

## INFORME ANUAL 2020

### 1. Programa o Departamento:

Departamento de Protección Vegetal

### 2. Director de la Estación Experimental:

Ing. Carlos Caicedo.

### 3. Responsable del Departamento:

Jimmy Pico Rosado, MS.c.

### 4. Equipo técnico multidisciplinario I+D:

Ing. Leider Tinoco  
Agr. Edgar Yáñez  
Sr. Víctor Merizalde  
Agr. Jefferson Pérez

### 5. Financiamiento: Gasto corriente

### 6. Proyectos: Gasto corriente

### 7. Socios estratégicos para investigación: GIZ, CEFA

## Resumen

El presente estudio comprende las actividades realizadas por el Departamento de Protección Vegetal de enero a diciembre del 2020; el cual orienta los avances de la generación de tecnologías para el manejo de plagas y enfermedades bajo un enfoque ecológico. Entre los principales rubros se destacan el cacao, café, pastos, pitahaya y otros. En los procesos de investigación en el rubro cacao bajo sistemas agroforestales se ha concluido el año cinco de evaluación de las variables sanitarias en donde se evidencia que los sistemas agroforestales si muestran efectos sobre los rendimientos siendo el agro sistema pleno y frutal que obtienen mejor respuesta, los niveles de manejo si hacen efecto sobre la incidencia de monilia, los sistemas agroforestales si ejercen efecto sobre la cantidad y peso de biomasa de lombrices, los manejos orgánicos favorecen la cantidad y peso de biomasa de lombrices en los manejos orgánicos, los agrosistemas pleno sol y los manejos medio y alto convencional favorecen a una disminución de pH del suelo.

En el ensayo de café bajo sistema agroforestal, los sistemas agroforestales no muestran efectos sobre el taladrador y la broca del café, los sistemas erythrina favorece la actividad de mancha de hierro, el manejo alto convencional favorece la infestación de broca, mientras los majos no ejercen efecto sobre taladrador de la ramilla y mal de hilachas, los sistemas agroforestales si ejercen efecto la cantidad y peso de biomasa de lombrices en comparación a pleno sol, el manejo orgánico favorecen la cantidad de lombrices y peso de biomasa, los agrosistemas pleno sol y los manejos medio y alto convencional favorecen a una disminución de pH del suelo.

En pitahaya se ha logrado determinar que la sombra por su condición detiene el rocío del agua que desciende en forma de vapor especialmente en horas de la noche, tiende a desfavorecer el desarrollo de la enfermedad denominada sarna.

En el ensayo de fertirrigación en cacao La incidencia de monilia es alta en todos los tratamientos aunque al hacer menos usos de las aplicaciones de fertilizantes la incidencia es menor, las aplicaciones de fertilizantes por medio de la fertirrigación hacen efectos negativos sobre los menores rendimientos.

En los servicios de diagnóstico se han realizado 156 análisis micológicos que en su mayoría corresponden a servicios internos de investigación.

## 8. Publicaciones:

Effects of shade trees on robusta coffee growth, yield and quality. A meta-analysis

The genetic characterization of fall armyworm populations in Ecuador and implications to migration and pest management in the northern regions of South America.

## 9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

### 9.1. Difusión técnica

- Manejo integrado de principales plagas y enfermedades en el cultivo de la pitahaya, Organizado
- Manejo técnico del cultivo de cacao MIP en Jornada de la promoción de la producción orgánica, organizada por AGROCALIDAD.
- Manejo integrado de principales problemas fitosanitarios del cultivo de café (*Coffea canephora*) en Loreto Guaticochoa.
- Manejo integrado del cultivo de cacao, fertilización, enclavado y podas, en Asociación Kalari, Wiña, APROCEL y San Carlos

### 9.2. Participación en eventos científicos

- “Efecto de la sombra y el manejo sobre el control biológico de *Hypothenemus hampei* en el Cultivo de Café (*Coffea canephora*) en el norte de la Amazonía ecuatoriana”, Expositor en II Congreso de Control Biológico Aplicado.

## 10. Propuestas presentadas:

**10.1. Propuesta 1. Título:** Evaluación de la eficiencia de nematicidas químicos, biológicos y botánicos, sobre el control de poblaciones de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de pitahaya.

**Tipo propuesta:** Proyecto

**Fondos o Convocatoria:** INIAP

**Fecha presentación:** 01/08/2020

**Responsable:** Ing. Yadira Varga, Ing. Jimmy Pico, Ing. Daniel Navia

**Equipo multidisciplinario:** Ing. Alejandra Díaz, Fruticultura, Ing. Leider Tinoco, Protección Vegetal, Ing. Julio Macas, GEP

**Presupuesto:** 4655,30 USD

**Duración proyecto:** un año

**Estado:** Presentado

**Fecha probable inicio ejecución:** 01 de enero del 2020

## 11. Hitos/Actividades o proyecto establecidas en el POA:

### 11.1. Actividad 1. Título: “Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de cacao (*Theobroma cacao*) en la Joya de los Sachas”.

**Responsable:** Ing. Jimmy Pico R.

**Equipo multidisciplinario** Ing. Leider Tinoco, Ing. Cristian Subia, Ing. Carlos Caicedo

#### Antecedentes

Ecuador es un país que se destaca a nivel mundial por su biodiversidad, volviéndose sensible a los impactos que se producen en el entorno, cuenta con casi 25.000 especies diferentes distribuidas en sus cuatro regiones naturales. La Amazonía ecuatoriana ostenta el récord mundial en número de especies por hectárea, además, ocupa el 48% de toda la superficie del país con 9'184.517 ha de bosque nativo (Granda, 2006). La riqueza biológica que aún queda en Ecuador, es vulnerable a su pérdida y degradación sobre todo por los monocultivos industriales: café, banano, palma aceitera y cacao que han significado la sustitución total o parcial de los bosques nativos donde se han establecido, agravando los problemas sociales a nivel regional (Granda, 2006). Por otra parte los monocultivos y la industrialización de la agricultura, van destruyendo el modelo tradicional de producción diversificada, que incluye un espacio para el consumo familiar. En este contexto, la explotación rural pierde viabilidad económica y social, y se muestra, paradójicamente, incapaz de suministrar el alimento y los recursos necesarios para las familias rurales, expulsando a los campesinos y a los trabajadores rurales asalariados hacia los cinturones urbanos de miseria (Peña & Galindo, 2007).

Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas, ecológicas y económicas entre los componentes maderables y no maderables para incrementar, sostener y diversificar la producción; así se tiene que los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje, y otros productos, mantienen y mejoran el suelo y además disminuyen los riesgos de producción ante variaciones estacionales del ambiente (Mendieta López & Rocha Medina, 2007). El cacao, es uno de los principales rubros agropecuarios de importancia económica para la RAE, con una superficie aproximada de 58.965 ha; mayormente distribuidas en las provincias de Sucumbíos, Orellana y Napo, sin embargo presenta un rendimiento muy bajo (0,31 t ha<sup>-1</sup>), inclusive menor al promedio nacional (0,42 t ha<sup>-1</sup>). Como se observa, estos promedios, están por debajo del potencial productivo de este rubro y en muchas

de las ocasiones, convierten al cacao en un cultivo poco o nada rentable para los productores (INEC, 2015).

El rubro cacao es seriamente afectado por varias enfermedades, las más importantes son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) (Brenes, 1983), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y mazorca negra (complejo de hongos del género *Phytophthora*). Estas enfermedades cuya acción es destructiva afectan especialmente a las mazorcas, para lo cual necesitan de condiciones de alta humedad relativa (mayores a 80%) y temperaturas entre 25 y 28 °C, factores que inciden sobre la incidencia de la enfermedad (Suárez, 1993). La moniliasis es considerada como el mayor problema, ya que cuando se establece en las plantaciones, su ataque es arrasador (Enriquez, 2004). En efecto, esta enfermedad puede causar pérdidas en la producción superiores al 60%, lo cual se refleja en los bajos rendimientos obtenidos en condiciones de manejo tradicional. La característica principal que distingue al cultivo de cacao del tipo nacional, es su necesidad de sombra, que es un elemento básico en el inicio del cultivo (Larrea, 2008), tradicionalmente, se ha utilizado sombra de plátano o frutales como el chontaduro (*Bactris gasipaes*), asociados con otros cultivos (Graefe; et al., 2012), también en estudios realizados en Perú, Colombia y Brasil, se ha demostrado que el chuncho (*Cedrelinga catenaeformis*), es una especie forestal con características maderables valiosas, de estrato superior en los sistemas agroforestales, de rápido crecimiento y además fija nitrógeno (Wikipedia, 2015). Un aspecto relevante de la calidad del cacao es su aroma, que está influenciado por el ecosistema circundante, los fabricantes de chocolate le dan una enorme importancia y frecuentemente monitorean el sabor y la calidad del chocolate (Álvaro; et al., 2007). La fermentación del cacao es una etapa muy importante en el procesamiento del grano, ya que se producen cambios bioquímicos que dan origen a los precursores del aroma y sabor (Rivera; et al., 2012).

### Objetivo

- Evaluar el efecto de la sombra sobre la incidencia de monilia y los rendimientos en el cultivo de cacao.
- Evaluar el efecto del manejo sobre la incidencia de monilia y los rendimientos en el cultivo de cacao.
- Evaluar el efecto de los sistemas agroforestales y diferentes manejos sobre las variables biológicas del suelo en el cultivo de cacao

## Materiales y métodos

El presente estudio comprende información de enero a noviembre del 2020 (año 4), el mismo que se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, en latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm (fuente: datos GPS). De acuerdo a la clasificación de la zonas de vida corresponde a un bosque húmedo tropical (bhT) (Holdridge, 1982). Las características meteorológicas de la zona son: precipitación 3217 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91.5% (INAMHI, 2010). Las especies que van a integrar los arreglos forestales son: chuncho (*Cedrelinga catenaeformis* D.), chontaduro (*Bactris gasipaes*), porotillo (*Erythrina spp*), plátano (*Musa spp*) y cacao (*Theobroma cacao*).

Para los manejos se utilizarán insumos sintéticos y orgánicos (herbicidas, fertilizantes, funguicidas, insecticidas) los que se aplicarán en franjas de acuerdo al manejo que le corresponde. Además se utilizarán herramientas de campo, maquinaria agrícola, insumos y equipos de laboratorio.

Los factores en estudios comprenden sistemas agroforestales y manejos como se detalla a continuación: a) Forestal: el sistema incluye chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D.), b) Frutal: el sistema incluye chontaduro (*Bactris gasipaes*), c) Servicio: el sistema incluye porotillo (*Erythrina spp*), d) Forestal más servicio: será una combinación de chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D) porotillo (*Erythrina spp*) y e) Pleno sol. Los manejos Agronómicos son: a) Alto convencional–AC (alto uso de pesticidas), b) Medio convencional– MC, (mediano uso de pesticidas) c) Orgánico intensivo –OI (uso de insumos orgánicos) y d) Bajo orgánico– BO (bajo uso de insumos orgánicos).

Los tratamientos se conforman por la combinación de los niveles de los factores en estudio genera 20 tratamientos como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Diseño del ensayo con cuatro sistemas agroforestales y cuatro manejos agronómicos en el cultivo de cacao.

Arreglos agroforestales	Manejo Agronómico			
	Tratamiento			
pleno sol	AC	MC	OI	BO
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
Forestal Chuncho	AC	MC	OI	BO
	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>
Frutal Chontaduro	AC	MC	OI	BO
	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>
Servicio Erythrina	AC	MC	OI	BO
	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>T16</b>
Forestal + servicio Chuncho + Erythrina	AC	MC	OI	BO
	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>T19</b>	<b>T20</b>

El ensayo se dispondrá con tres repeticiones bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar en arreglo de los tratamientos por franjas que corresponderán a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos del cultivo de cacao. Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo, et al., 2008), empleando modelos lineales generales y mixtos.

Las unidades experimentales donde se aplicarán los diferentes manejos bajo cada uno de los arreglos agroforestales propuestos, serán parcelas de 12 x 12 árboles de cacao con un total de 144 árboles, en los que la parcela neta corresponderá a los 36 árboles centrales (6 x 6 árboles de cacao). Los datos se registrarán en ocho plantas centrales de la parcela útil, las cuales serán marcadas para ser consecuentes en las evaluaciones.

Como variables se registró el número de mazorcas sanas, que son las mazorcas que no presentan síntoma alguno de enfermedad; el número de mazorcas enfermas con síntomas de enfermedad (ya sean gibas, maduración prematura, puntos claros, mancha chocolate y/o esporulación blanca) (Phillips-Mora y Cerda, 2010). El porcentaje de mazorcas enfermas es el resultado de la relación entre mazorcas sanas y enfermas. El rendimiento cacao fresco, se evaluará cada vez que haya mazorcas cosechadas; se procederá a extraer los granos presentes dentro de cada uno y se determinará su peso en kilogramos,. Luego para determinar el peso del cacao seco en kg se multiplicará por el coeficiente de corrección igual a 0,40.

El Número y biomasa de lombrices, se realizó evaluaciones durante dos épocas del año: máxima precipitación (abril - mayo) y mínima precipitación (agosto - septiembre); se muestreó con un cuadrante de 0,50\*0,50 m. y se explorará hasta

una profundidad de 0,10 m. Las áreas de muestreadas por unidad experimental fueron dos, una entre plantas y otra entre hileras.

## Resultados

Al realizar la prueba LSD Fisher  $\alpha = 0.05$  se observa que el factor sistema agroforestal no mostró diferencias significativas para la variable incidencia de monilia; observándose una alta incidencia monilia de (*M. royeri*) en todos los sistemas agroforestales. Pero éste factor si mostro diferencias estadísticas para la variable rendimientos; obteniendo los mayores rendimientos a pleno sol y el sistema frutal 31,27 y 31,27 respectivamente (Tabla 2).

**Tabla 2.** Incidencia de monilia (*M. royeri*) y rendimientos cacao seco kg/ha/año de acuerdo a los sistemas agroforestales en ensayo SAF cacao.

Sistema Forestal	Incidencia (%)	Rendimientos cacao seco kg/ha/año
FORESTAL-SERVICIO	97,86 a	20,82 ab
FORESTAL	97,09 a	13,92 ab
SERVICIO	96,94 a	9,16 b
FRUTAL	95,34 a	31,27 a
PLENO SOL	95,09 a	31,27 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Al realizar la prueba LSD Fisher  $\alpha = 0.05$  se observa que el factor nivel de manejo mostró diferencias significativas para la variable incidencia de monilia; observándose la mayor incidencia en el manejo orgánico intensivo y bajo orgánico con 98.13 y 97.38% respectivamente. Se observa que en todos los manejos han alcanzado una alta incidencia de monilia. Éste factor no mostro diferencias estadísticas para la variable rendimientos; aunque el mayor rendimiento se obtiene el manejo orgánico intensivo y bajo orgánico (23,18 y 2,20 kg de cacao seco año respectivamente) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Incidencia de monilia (*M. royeri*) y rendimiento en kg de cacao seco/ha/año de acuerdo a los niveles de manejos en ensayo SAF cacao.

Tipo de manejo	Incidencia (%)	Rendimientos cacao seco kg/ha/año
Orgánico Intensivo	98,13 a	21,20 a
Bajo Orgánico	97,38 a	23,18 a
Medio Convencional	96,23 ab	19,05 a
Alto Convencional	94,13 b	19,1 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



Al analizar el número y peso de biomasa de lombrices en el factor sistema agroforestal mostro diferencias significativas; siendo el sistema Forestal + servicio, frutal y servicio que presentan los mayores valores con 31,46 y 31.04 respectivamente, lo cual se relaciona con el peso de biomasa (tabla 4).

**Tabla 4.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, medidas en los diferentes niveles de manejo, ensayo SAF cacao 2020.

Sistema Agroforestal	Número de Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>2</sup>
FORESTAL-SERVICIO	31,46 a	24,31 a
FRUTAL	31,04 a	22,46 ab
SERVICIO	30,58 a	21,03 abc
PLENO SOL	23,25 ab	16,42 bc
FORESTAL	19,33 b	13,9 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El factor nivel de manejo mostro diferencias significativas sobre el número y peso de biomasa de lombrices, en los cuales se observa que el manejo bajo organico y organico intensivo presentan los mayores valores con 39,07 y 29,06 y de peso con 27,72 y 21 g biomasa/m<sup>3</sup> (Tabla 5).

**Tabla 5.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, medidas en los diferentes niveles de manejo, ensayo SAF cacao 2020.

Sistema Agroforestal	Número de Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>2</sup>
Bajo Orgánico	39,07 a	27,72 a
Orgánico Intensivo	29,60 b	21,28 ab
Medio Convencional	20,03 c	14,49 b
Alto Convencional	19,83 c	15,01 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

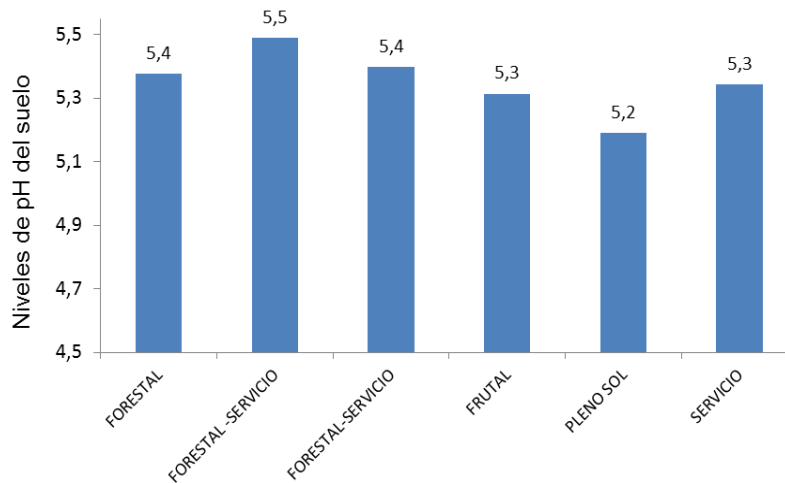
Al analizar el factor época mostro diferencias significativas; siendo la época de lluvia comprendida en el mes de mayo presentó mayor numero y correlativamente la variable peso de biomasa fue similar (tabla 6).

**Tabla 6.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, medidas en los diferentes niveles de manejo, ensayo SAF cacao 2020.

Sistema Agroforestal	Nº Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>2</sup>
Época lluviosa (mayo)	31,95 a	23,62 a
Época seca (septiembre)	22,32 b	15,63 ab

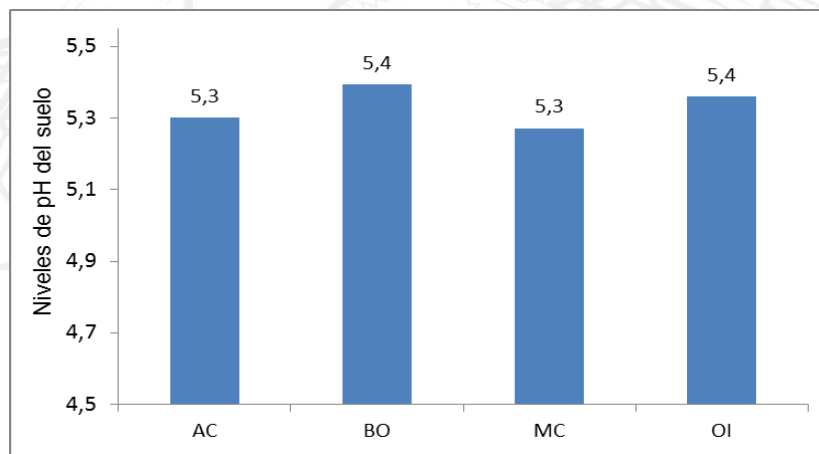
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Al analizar una de las características químicas del suelo en el sistema agroforestal de cacao, se observa que el sistema a pleno sol favorece los pH ácido con relación a los demás sistemas; siendo el sistema forestal + servicio que alcanzó el pH mayor que los demás (figura 1).



**Figura 1.** Efecto de los sistemas agroforestales sobre niveles de pH del suelo, ensayo SAF cacao.

En la figura 2, se observa el efecto de los niveles de manejos sobre el nivel de pH del suelo; dando lugar que los manejo medio y alto convencional favorecen niveles más bajos (5,3 y 5,3 respectivamente) que los demás manejos, teniendo la tendencia de acides. Los valores más altos fueron obtenidos por el manejo bajo y orgánico intensivo con 5,4 y 5,4 respectivamente.



**Figura 2.** Efecto de los niveles de manejos sobre niveles de pH del suelo, ensayo SAF cacao.

## Conclusiones:

- Todos los sistemas agroforestales presentan incidencias altas entre 95 y 97%, no mostrando así efecto sobre esta variable.
- Los sistemas agroforestales si muestran efectos sobre los rendimientos siendo el agro sistema pleno y frutal que obtienen mejor respuesta.
- Los niveles de manejo si hacen efecto sobre la incidencia de monilia; aunque en los rendimientos no ejercen efecto de este fato.
- Los sistemas agroforestales si ejercen efecto la cantidad y peso de biomasa de lombrices.
- Los manejos orgánicos favorecen la cantidad y peso de biomasa de lombrices en los manejos orgánicos.
- Los agrosistemas pleno sol y los manejos medio y alto convencional favorecen a una disminución de pH del suelo.

## Recomendaciones:

- Se recomienda realizar de manera más eficiente las aplicaciones de las prácticas de manejo y de todo el manejo del ensayo.

## Bibliografía

- Álvaro, C.; Pérez, E.; Lares, M. 2007. Caracterización física y química de almendras de cacao fermentadas, secas y tostadas cultivadas en la región de Cuyagua, estado Aragua. ATIE, 60 p.
- Enríquez, G. 2004. Cacao Orgánico, Guía para productores ecuatorianos. Manual Nro. 54. INIAP. Quito, EC. 360 p.
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Phillips-Mora, W. and R. Cerda. 2010. Catálogo: Enfermedades del Cacao en Centroamérica. Tropical Agricultural Research and Higher Education Center (CATIE), CR. Serie Técnica No. 93.
- Graefe, S.; Dufour, D.; Zonneveld, M.; Rodriguez, F.; Gonzalez, A. 2012. Peach palm (*Bactris gasipaes*) in tropical Latin America: implications for biodiversity conservation, natural resource management and human nutrition. Disponible en <http://download.springer.com/static/pdf/117/art%253A10.1007%252Fs105310120>

[4023.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10531-012-0402-](http://4023.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10531-012-0402-)

Granda, P. 2006. Monocultivos de árboles en Ecuador. Disponible en <http://wrm.org.uy/oldsite/paises/Ecuador/Libro2.pdf>

Holdridge, L. R. 1982. Ecología basada en zonas de vida. Trad. Humberto Jiménez. S. 2da Ed. San José. IICA. 216 p.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2015. Tablas y gráficos de resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), Año 2014. Quito, Ecuador. INEC. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.

Larrea, M. 2008. El cultivo de Cacao nacional: Un bosque generoso. Quito: Ecociencia/Corpei. Disponible en [http://www.ecociencia.org/archivos/Manual\\_PAB\\_final-100226.pdf](http://www.ecociencia.org/archivos/Manual_PAB_final-100226.pdf) Science.2(4): 314-320.

Mendieta López, M.; Rocha Medina, L. 2007. Sistemas Agroforestales. Managua: Universidad Nacional Agraria.

Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea N° 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.

Peña, A.; Galindo, A. 2007. El Café Ecológico Amazónico, Alternativa Sostenible para los Campesinos. In: LEISA Revista de Agroecología. 23.1. Disponible en [http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/como-se-organizan-los-agricultores/el-cafe-ecologico-amazonico-alternativa-sostenible/at\\_download/article\\_pdf](http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/latin-america/como-se-organizan-los-agricultores/el-cafe-ecologico-amazonico-alternativa-sostenible/at_download/article_pdf)

Rivera, R; et al. 2012. Efecto del tipo y tiempo de fermentación en la calidad física y química del cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional.

Suárez, C. 1993. Enfermedades de cacao y su control. In. Suárez, C. ed. Manual del Cultivo de Cacao. 2da Ed. Quevedo, Ecuador, INIAP/EET Pichilingue. Manual Técnico No. 25. p. 90-116.

Wikipedia, La Enciclopedia Libre 2015. *Cedrelinga cateniformis*. Disponible en [https://es.wikipedia.org/wiki/Cedrelinga\\_cateniformis](https://es.wikipedia.org/wiki/Cedrelinga_cateniformis)

**11.2. Actividad 2. Título: “Evaluación de sistemas agroforestales bajo diferentes manejos agronómicos de café robusta (*Coffea canephora*) en la Joya de los Sachas”.**

**Responsable:** Ing. Jimmy Pico R.

**Equipo multidisciplinario** Ing. Leider Tinoco, Ing. Cristian Subia, Ing. Carlos Caicedo

**Antecedentes**

Después del petróleo, el café es el producto de mayor importancia en el mundo en términos de exportaciones y generación de ingresos, Brasil es el mayor productor, seguido por Vietnam y Colombia (DaMatta et al. 2008). De acuerdo a la Organización Internacional del Café (ICO por sus siglas en inglés), en el año 2014, se exportaron un total de 113 894 millones de sacos de 60 kilos, que representaron un valor de 21 069 millones de. A nivel nacional, el café es un rubro de relevante importancia económica, social y ecológica. Para el año 2012, se estimó que la superficie plantada de café fue de 199 215 ha, distribuidas en café arábigo con 136 385 ha y 62 830 ha de café robusta, el área cosechada fue de 149.411 ha, en 105 000 UPA's, con una producción de 650 000 sacos de 60 kilos, correspondiendo 62% a café arábigo y 38% a café robusta (PRO ECUADOR, 2013).

El café representa uno de los productos importantes de exportación ecuatoriana y generador de ingresos económicos en las familias, debido a que se exporta todos los tipos de café: arábigo lavado, arábigo natural y robusta, esta ventaja se debe a los diferentes ecosistemas que posee el país permitiendo cultivar en la Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos. En los años comprendidos entre el 2009 y 2010, el precio del café logró valores cercanos a los 300 dólares por quintal, sin embargo para el año 2013 el precio promedio fue de 171,56 dólares, lo cual es una evidencia del comportamiento de los precios del café en el mercado, con épocas de auge y depresión a lo largo de la historia (PRO ECUADOR, 2013; ANACAFE, 2016; Cofenac, 2013). En la Amazonía ecuatoriana, mayoritariamente en las provincias de Orellana y Sucumbíos (88%), se concentra aproximadamente un 67% de la superficie total de café robusta existente a nivel nacional, estimándose en el año 2012, una superficie plantada de 42 240 ha, de las cuáles 31.680 ha se encontraban en producción (Cofenac, 2013).

La incorporación de árboles en sistemas agroforestales puede aumentar los ingresos de los productores a través de la producción de madera, contribuir a la mejora de la calidad de vida de los agricultores de las zonas y fortalecer las

economías nacionales (Pye-Smith, 2008). En muchas partes del mundo los productores de café mantienen una gran diversidad de árboles de sombra en los cafetales por varias razones entre las que se pueden mencionar: producción de madera, leña, forraje, frutas y beneficios indirectos tales como: el retorno de nutrientes al suelo, las modificaciones del microclima, refugio y protección de vida silvestre y recreación (Beer et al. 2003; Barrance et al. 2003).

El cultivo del café constituye la base para muchos sistemas simultáneos, especialmente en las tierras altas y fértiles, se utilizan sistemas de cultivo de café bajo cobertura arbórea o en sistemas agroforestales con el propósito de conservar la humedad del suelo en épocas secas y disminuir los efectos que el déficit hídrico ocasiona sobre el cultivo (Muschler, 2004). Uno de los factores que se ve favorecido por la implementación de sistemas agroforestales y que sirve como indicador de la “vida” del suelo es la dinámica de lombrices en el tiempo, la cual juega un papel importante ya que la densidad y biomasa de las mismas muestran cambios en la fertilidad del suelo, los cafetales asociados con *Erythrina* con un manejo orgánico bajo, presentan alta densidad de lombrices (Vásquez, 2014). En sí, los sistemas agroforestales, a través de la incorporación de árboles y arbustos al terreno pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementan los niveles de materia orgánica), se incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio (Young, 1989).

Por otra parte, en la Región Amazónica Ecuatoriana RAE, la producción agrícola en general se ve limitada por el grave problema ocasionado por la alta presencia de plagas y enfermedades (Nieto y Caicedo, 2012). El cultivo de café, en específico, es afectado por el ataque de un sin número de insectos y ácaros, ciertas plagas que lo afectan de manera temporal, mientras que otras por varias generaciones ocasionando daños a las raíces, tallos, ramas, hojas, frutos y semillas. De las 850 especies que atacan el cultivo de café, alrededor de 200 se han reportado en áreas del trópico y subtropico en América, de las cuales 30 especies, la mayoría nativas, causan importantes pérdidas a los agricultores (Barrera, 2008). Una de las principales plagas que causa daños en cafetales es el taladrador de la ramilla del café (*Xylosandrus morigerus* Blandford); plaga que es originaria de la región Indomalaya, actualmente se la encuentra desde México hasta Brasil (Wood, 1982). La hembra adulta del insecto perfora ramillas y brotes jóvenes para construir su cámara de cría; lo que origina la destrucción y necrosis de los tejidos internos de las ramas, ramillas y brotes, impidiendo la circulación de la savia y ocasionando como consecuencia la reducción del rendimiento en el cultivo (Sotomayor y Duicela, 1995). Otra plaga de importancia, es la broca del café (*Hypothenemus hampei*), la misma que causa perforaciones y galerías en las

almendras destruyendo parcial o totalmente los frutos. El mal de hilacha (*Pellicularia koleroga*), por su parte, es una enfermedad destructiva del follaje de las plantas, que se presenta todo el año.

### Objetivo

- Evaluar el efecto de la sombra sobre las principales plagas y los rendimientos en el cultivo de café robusta.
- Evaluar el efecto del manejo sobre las principales plagas y los rendimientos en el cultivo de café robusta.
- Evaluar el efecto de los sistemas agroforestales y diferentes manejos sobre las variables biológicas químicas del suelo en el cultivo de cacao.

### Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), ubicada en la provincia de Orellana, cantón La Joya de los Sachas, de enero a noviembre del 2020, en latitud 00° 21' 31.2" S, longitud 76° 52' 40.1" W, altitud de 250 msnm (datos GPS). De acuerdo a la clasificación de la zonas de vida corresponde a un bosque húmedo tropical (bhT) (Holdridge, 1982), Las características meteorológicas de la zona son: precipitación 3217 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura promedio anual 24 °C y humedad relativa del 91.5% (INAMHI, 2010).

El factores A está conformados por Agroforestales a) maderable: el sistema incluye bálsamo (*Myroxylon balsamum* L.), b) Frutal: el sistema incluye guaba (*Inga* spp), c) Servicio: el sistema incluye porotillo (*Erythrina* spp), d) Maderable más servicio: será una combinación de bálsamo (*Myroxylon balsamum* L.) + porotillo (*Erythrina* spp) y e) Pleno sol. El factor B está conformado niveles de manejos agronómicos: Los manejos Agronómicos son: a) Alto convencional–AC (alto uso de pesticidas), b) Medio convencional– MC, (mediano uso de pesticidas) c) Orgánico intensivo –OI (uso de insumos orgánicos) y d) Bajo orgánico– BO (bajo uso de insumos orgánicos).

Los tratamientos se construyen con la combinación de los factores en estudio lo cual genera 20 tratamientos como se muestra en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Diseño de ensayo con cuatro sistemas agroforestales y cuatro manejos agronómicos en el cultivo de café robusta.

Tipo de sombra	Manejo Agronómico			
	Tratamiento			
PLENO SOL	AC <b>T1</b>	MC <b>T2</b>	OI <b>T3</b>	BO <b>T4</b>
MADERABLE Bálsamo	AC <b>T5</b>	MC <b>T6</b>	OI <b>T7</b>	BO <b>T8</b>
FRUTAL Guaba	AC <b>T9</b>	MC <b>T10</b>	OI <b>T11</b>	BO <b>T12</b>
SERVICIO Erythrina (Porotillo)	AC <b>T13</b>	MC <b>T14</b>	OI <b>T15</b>	BO <b>T16</b>
MADERABLE + SERVICIO	AC	MC	OI	BO
Bálsamo+Erythrina (Porotillo).	<b>T17</b>	<b>T18</b>	<b>T19</b>	<b>T20</b>

El ensayo se dispondrá con tres repeticiones bajo un Diseño de Bloques Completo al Azar en arreglo de los tratamientos por franjas que corresponderán a los tipos de sombra y a los manejos agronómicos del cultivo de cacao. Los datos se analizaron con el programa estadístico InfoStat, empleando modelos lineales generales y mixtos (Di Rienzo; et al. 2008). Las unidades experimentales donde se aplicarán los diferentes manejos bajo cada uno de los arreglos agroforestales propuestos, serán parcelas de 12 x 12 árboles de café robusta con un total de 144 árboles, en los que la parcela neta corresponderá a los 36 árboles centrales (6x6 árboles de café robusta).

Para la evaluación de plagas y enfermedades, los datos se registraron en 8 plantas de la parcela neta de cada tratamiento, para lo cual se evaluarán 18 ramas o bandolas (3 por planta), que se seleccionarán en la parte baja, media y alta de cada planta y serán codificadas. La mayor parte de variables se evaluará en base a los protocolos usados por el Programa Nacional de Cacao y Café (Loor, et al., 2016).

Se evaluó el número de hojas sanas, en cada rama se deberá ubicar el entrenudo corto, generalmente los primeros cuatro nudos de afuera hacia dentro de la rama (Avelino; et al. 1991). Desde el nudo corto hacia afuera de la rama se contabilizará el número de hojas sanas. El número de hojas enfermas, se utilizó para determinar el número de hojas sanas se registrará el número de hojas enfermas con mal de hilachas, antracnosis, ojo de gallo, y mancha de hierro. Las evaluaciones se realizarán cada 30 días.

Las plagas presentes también se evaluaron, el número de frutos sanos, en el centro de la parcela útil se seleccionarán seis plantas; y en cada planta se



tomarán tres ramas (parte baja, media y alta) en las que se contara los frutos sanos (sin brocas), el número de frutos brocados, en las mismas bandolas de la variable anterior se registrará el número de frutos infectados por broca (*Hypothenemus hampei*). Para la evaluación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), en las seis plantas seleccionadas se contarán el total de ramas principales y el número de ramas taladradas. Esta evaluación se la realizará cada 30 días.

El Número y biomasa de lombrices, se realizó evaluaciones durante dos épocas del año: máxima precipitación (abril - mayo) y mínima precipitación (agosto - septiembre); se muestreó con un cuadrante de 0,50\*0,50 m. y se explorará hasta una profundidad de 0,10 m. También se colecto muestras de suelo para conocer el comportamiento químico del suelo. Las áreas de muestreadas por unidad experimental fueron dos, una entre plantas y otra entre hileras.

## Resultados

Al comparar el efecto de los sistemas agroforestales en la variable infestación de taladrador de la ramilla y broca de café, no presentaron diferencias estadísticas entre los sistemas evaluados; sin embargo el sistema guaba y bálsamo+ erythrina presentan los mayores rendimientos para ambas variables (9.73; 9.24 y 11.10; 11.27 respectivamente). En cambio, la variable incidencia de mal de hilachas mostro diferencias significativas, se observa que el forestal erythrina y el agrosistema pleno sol presentan las mayores incidencias (5.50 y 5.14 respetivamente) (Tabla 8).

**Figura 8.** Infestación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), de acuerdo a los sistemas agroforestales en ensayo SAF café.

Sistema Forestal	Infestación de taladrador (%)	Infestación de broca (%)	Incidencia de mal de hilachas (%)
GUABA	9,73 a	11,10 a	3,77 ab
BALSAMO-ERYTHRINA	9,24 a	11,27 a	3,46 b
PLENO SOL	9,17 a	12,13 a	5,14 ab
ERYTHRINA	8,79 a	10,79 a	5,50 a
BALSAMO	8,54 a	10,15 a	3,13 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Al analizar el efecto del factor manejo, la variable infestación de taladrador no obtuvo diferencias significativas; sin embargo el manejo alto convencional presenta la mayor infestación (10.43%). La variable infestación de broca mostro diferencia estadísticas; observándose que el manejo alto convencional obtuvo la

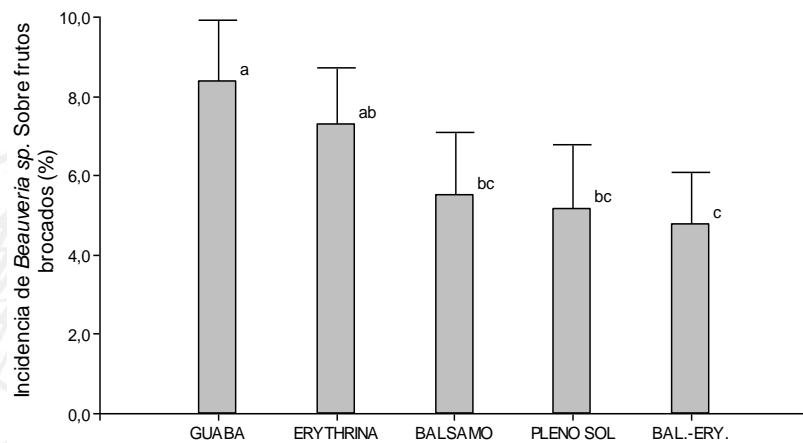
mayor infestación (12.43%) y el menor valor lo obtuvo el bajo orgánico con 10.18% el que en los manejos, alto convencional y bajo orgánico presentan la mayor infestación del taladrador de la ramilla; mientras que el manejo medio convencional y el manejo organico intensivo presenta los menores valores de infestación (10.18). La variable incidencia de mal de hilachas no mostró diferencias estadísticas y sus niveles son inferiores a los umbrales de daño de la plaga (Tabla 9).

**Tabla 9.** Infestación del taladrador de la ramilla (*Xylosandrus morigerus*), de acuerdo a los niveles de manejos en ensayo SAF café.

Tipo de manejo	Infestación de taladrador (%)	Infestación de broca (%)	Incidencia de mal de hilachas (%)
Orgánico Intensivo	8,48 a	11,46 ab	5,56 a
Bajo Orgánico	9,01 a	10,18 b	5,03 a
Medio Convencional	8,46 a	10,28 b	3,94 a
Alto Convencional	10,43 a	12,43 a	3,87 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

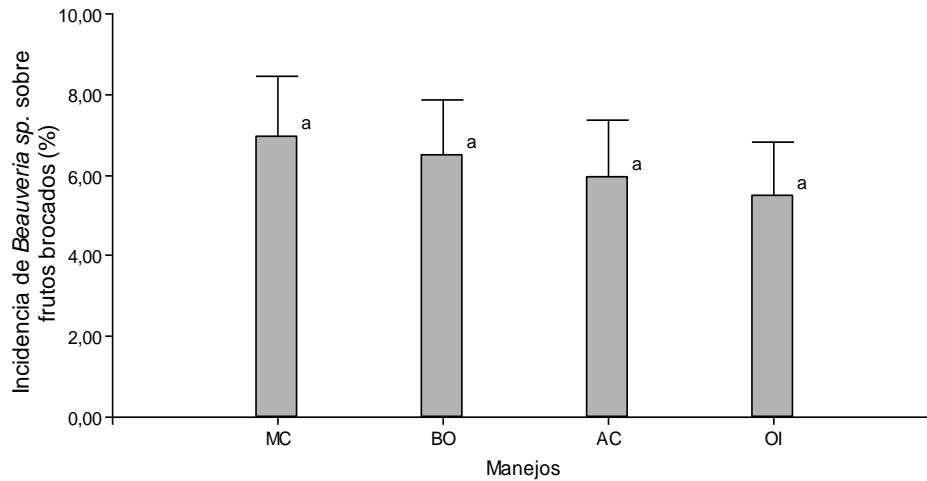
En el factor sistema agroforestal, la variable incidencia de *Beauveria* sp. sobre frutos brocados por medio de la colonización de las hembras de broca del café, mostro diferencias significativas, en el cual, sistema Guaba y Erythrina mostraron los mayores valores de brocas colonizadas por el biocontrolador (8.38 y 7.28% respectivamente); el menor valor lo obtuvo el sistema Balsamo + Erythrina (4.76%) seguido de pleno sol (Figura 3).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 3.** Incidencia de *Beauveria* sp, colonizando a brocas suspendidas sobre los granos brocados de acuerdo al sistema agroforestal.

En el factor manejo, la variable incidencia de *Beauveria* sp. sobre frutos brocados no mostro diferencias significativas; aunque el mayor valor lo obtuvo el medio convencional y el manejo bajo orgánico (6.95 y 6.50% respectivamente (Figura 4).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 4.** Incidencia de *Beauveria* sp, colonizando a brocas suspendidas sobre los granos brocados de acuerdo a niveles de manejo.

Al analizar el número y peso de biomasa de lombrices en el factor sistema agroforestal mostro diferencias significativas; siendo el sistema Erythrina y guaba mostraron los mayores valores con 42.38 y 33.46 respectivamente, lo cual se correlaciona con el peso de biomasa (tabla 10).

**Tabla 10.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, según el sistema agroforestal, ensayo SAF café 2020.

Sistema Agroforestal	Nº Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>3</sup>
ERYTHYNA	42,38 a	35,32 a
GUABA	33,46 ab	28,25 ab
BALSAMO-ERYTHYNA	31,88 ab	27,55 ab
PLENO SOL	25,13 b	20,34 b
BALSAMO	25,04 b	20,32 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El factor nivel de manejo mostro diferencias significativas sobre el número y peso de biomasa de lombrices, en los cuales se observa que el manejo bajo orgánico y alto convencional presentan los mayores valores con 41.60 y 30.47 y de peso con 34.96 y 25.35 g biomasa/m<sup>3</sup> (Tabla 11).

**Tabla 11.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, medidas en los diferentes niveles de manejo, ensayo SAF café 2020.

Sistema Agroforestal	Nº Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>3</sup>
Bajo Orgánico	41.60 a	34,96 a
Alto Convencional	30.47 b	23,09 b
Medio Convencional	27.87 b	25,35 b
Orgánico Intensivo	26.37 b	22,02 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

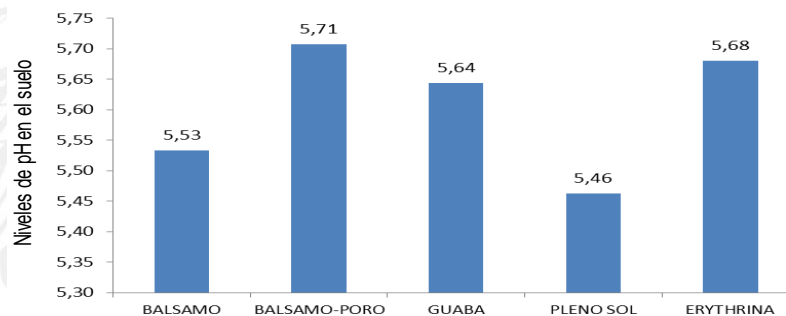
Al analizar el factor época mostro diferencias significativas la variable número y peso de biomasa de lombrices; siendo la época de lluvia comprendida en el mes de abril - mayo presentó mayor número y peso de biomasa (39.70 y 33.80g respectivamente) (tabla 12).

**Tabla 12.** Número y peso de biomasa de lombrices en g/m<sup>2</sup>, medidas en los diferentes niveles de manejo, ensayo SAF cacao 2020.

Sistema Agroforestal	Nº Lombrices /m <sup>2</sup>	Peso de Lombrices g/m <sup>3</sup>
Época lluviosa (mayo)	39,70 a	33,80 a
Época seca (septiembre)	23,45 b	18,91 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

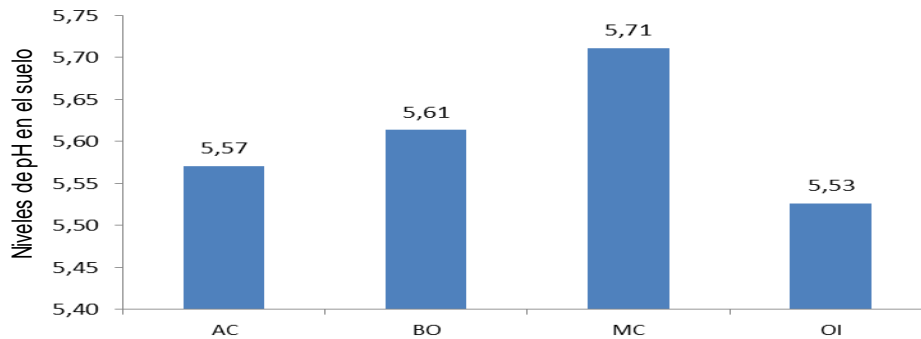
Al analizar una de las características químicas del suelo en el sistema agroforestal de café, se observa que el sistema a pleno sol y balsamo favorecen los pH ácido con relación a los demás sistemas; por otra parte los sistemas que mejoran incrementando el nivel de pH es el balsamo + erythrina y erythrina (figura 5).



**Figura 5.** Efecto de los sistemas agroforestales sobre niveles de pH del suelo, ensayo SAF cacao.

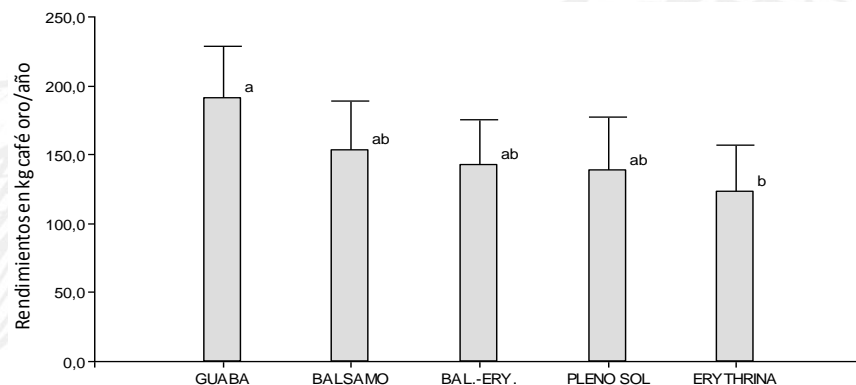
En la figura 6, se observa el efecto de los niveles de manejos sobre el nivel de pH del suelo; dando lugar al manejo medio convencional y organico intensivo a

favorecer el nivel de pH obteniendo los valores más bajos (5,57 y 5,53 respectivamente), teniendo la tendencia de acides. Los valores más altos fueron obtenidos por el manejo bajo y medio convencional con 5,61 y 5,71 respectivamente.



**Figura 6.** Efecto de los niveles de manejo sobre niveles de pH del suelo, ensayo SAF cacao.

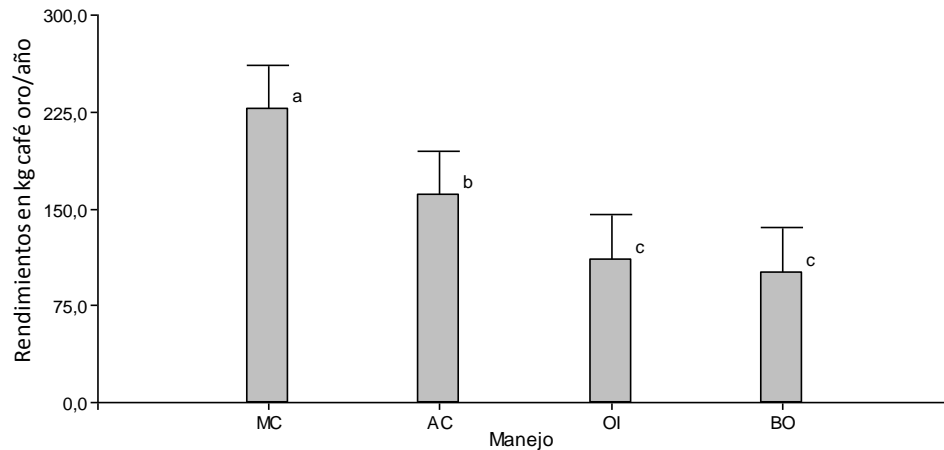
Al realizar el análisis del efecto de los sistemas agroforestales en la variable rendimientos muestra diferencias estadísticas; se observa que el sistema guaba presenta el mayor rendimiento (198.68 kg café oro/ha) seguidos del sistema balsamo, los mismos que son iguales estadísticamente a los otros sistemas a excepción de Erythrina que es diferente estadísticamente y es el que presenta en menor valor con 123.38 kg café oro/año (Figura 7).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 7.** Peso de café oro en kg/ha/año, de acuerdo a los sistemas agroforestales en ensayo SAF café.

Al comparar los diferentes niveles de manejo, en la variable rendimientos muestra diferencias estadísticas ( $p < 0,0001$ ) se observa que el mayores rendimientos son obtenidos por el manejo alto convencional y el medio convencional (226.64 y 160.14 kg café oro/ha, respectivamente) siendo estos iguales estadísticamente entre si; mientras que los menores rendimientos lo presentan el manejo orgánico intensivo y bajo organico (110.92 y 100.85 kg café oro/ha, respectivamente) (Figura 8).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 8.** Peso de café oro en kg/ha, de acuerdo de a los niveles de manejos en ensayo SAF cacao.

### Conclusiones:

- El taladrador y la broca del café no muestran efecto de los sistemas agroforestales.
- Los sistemas erythrina favorece la actividad de mancha de hierro
- El manejo alto convencional favorece la infestación de broca, mientras los majos no ejercen efecto sobre taladrador de la ramilla y mal de hilachas
- Los sistemas agroforestales si ejercen efecto la cantidad y peso de biomasa de lombrices en comparación a pleno sol.
- El manejo orgánico favorecen la cantidad de lombrices y peso de biomasa .
- Los agrosistemas pleno sol y los manejos medio y alto convencional favorecen a una disminución de pH del suelo.

## Recomendaciones:

- Seguir con las aplicaciones de forma eficiente para que los factores en estudio muestren mayor efecto.
- Realizar estudios para conocer la dinámica y el ciclo de vida del taladrador de la ramilla y broca del café.

## Bibliografía

Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2016. Precios del Café en Nueva York. ANACAFE. Guatemala. Consultado el 05 de abril 2016, (en línea). Disponible en: [www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Especial:GraficaDePreciosDelCafe](http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Especial:GraficaDePreciosDelCafe)

Avelino, J.; Muller, R.; Cilas, C.; Velasco Pascual, H. 1991. Développement et comportement de la rouille orangée du caféier (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) dans des plantations en cours de modernisation, plantées de variétés naines, dans le sud-est du Mexique. *Café, Cacao, Thé* (1): 21-42.

Barrance, A.; Beer, J.; Boshier, DH.; Chamberlain, J.; Cordero, J.; Detlefsen, G.; Finegan, B.; Galloway, G.; Gómez, M.; Gordon, J.; Hands, M.; Hellin, J.; Hughes, C.; Ibrahim, M.; Kass, D.; Leakey, R.; Mesen, F.; Montero, M.; Rivas, C.; Somarriba, E.; Stewart, J.; Pennington, T. 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica, OFI/CATIE/FRP. 1079 p.

Barrera, J. F. 2008. Coffee pests and their management. *In*. 2008. Encyclopedia of Entomology. Springer. p. 961-998.

Beer, J.; Harvey, C.A.; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarriba, E.; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 10 (37):80- 87.

Consejo Cafetalero Nacional (Cofenac). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano. Diagnóstico. Portoviejo, EC. Cofenac. 65 p.

DaMatta, F.; Ronchi, P.; Maestri, M.; Barros, R. 2008. Ecophysiology of coffee growth and production. *Plant Physiol*, 19(4):485-510.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Holdridge, L. R. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. Humberto Jiménez. S. 2da Ed. San José. IICA. 216 p.

Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversión (PRO ECUADOR). 2013. Análisis sectorial de café. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones.

Loor R., Casanova T., Plaza. L. 2016. Mejoramiento y homologación de los procesos de investigación, validación y producción de servicios en cacao y café. Eds. Publicación miscelánea No. 433. 1ª ed. INIAP-EETP, Mocahe, Ecuador. 103 p.

Nieto, C.; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. INIAP-EECA. Publicación Miscelánea N° 405. Joya de los Sachas, Ecuador. 102 p.

Muschler, R. 2004. Shade Management and its Effect on Coffee Growth and Quality. In J, Wintgens. Eds. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. 39 p.

Pye-Smith C. 2008. Farming Trees, Banishing Hunger. How an Agroforestry programme is helping smallholders in Malawi to grow more food and improve their livelihoods. Nairobi: World Agroforestry Centre. 68p. Consultado 5 de abril 2016, (en línea). Disponible en <http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/RP15815.pdf>

PRO ECUADOR. Ecuador. Consultado el 05 de abril 2016, (en línea). Disponible en: [www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/05/PROEC\\_AS2013\\_CAFE.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2013/05/PROEC_AS2013_CAFE.pdf).

Sotomayor, I.; Duicela, L. 1995. Inventario Tecnológico del Cultivo de Café. Quevedo, Ec. INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. 106 p.

Vásquez, A. 2014. Valoración comparativa de la macrofauna de lombrices en sistemas agroforestales de café orgánico y convencional en contraste con cultivos en pleno sol y bosque, durante la época lluviosa y seca en Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 99 p.

Young. A. 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB International-ICRAF. 318 p.

Wood, S. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph [pp. 159–167] Brigham Young University. Provo, Utah, United States of North America.



### 11.3. Actividad 3. Título: “Evaluación de estrategias para la reducción del daño en pastos *Brachiaria* sp. en la zona norte de la Amazonía Ecuatoriana”

**Responsable:** Ing. Jimmy Pico

**Colaboradores:** Ing. Jimmy Pico, Ing. Carlos Congo, Ing. Carlos Caicedo.

#### Antecedentes

Una de las principales plagas que causan daño a los pastos es el salivazo (Homoptera: Cercopidae), los géneros *Aeneolamia*, *Zulia*, *Isozulia*, *Mahanarva*, *Notozulia*, *Deois* se han encontrado desde el sureste de los Estados Unidos hasta el norte de Argentina. En Ecuador, los estudios de diversidad y registros de distribución de salivazo en pastos son escasos y no existe información específica sobre la biología y ecología poblacional para la mayoría de especies (Peck, 2001). Los daños más severos de esta plaga se han registrado en zonas húmedas, en extensas regiones de Brasil y Colombia se han reportado pérdidas entre 20% y 40% de áreas sembradas con *Brachiaria*, pérdidas similares se han presentado en la región del golfo de México y en áreas de Venezuela y América Central (Arango, Calderon, & Varela, 1982).

Metcalf, (1960) describió únicamente cuatro especies encontradas en caña de azúcar en la ciudad del Puyo, Provincia de Pastaza: *Isozulia astralis*, *Mahanarva andigena*, *M. phantastica* (Breddin), *Zulia pubescence* (Fennah) y *Sphenorhina rubra*. El primer paso para establecer un sistema de manejo es la identificación de las especies de salivazo que en el Ecuador no se conocen y que están presentes en los sistemas de producción ganadera, para así evaluar estrategias que integren un manejo sostenible de acuerdo a la realidad de la Amazonía.

Los salivazos son insectos chupadores de la xilema, principalmente de gramíneas neotropicales, el daño más importante lo hacen los adultos, porque además de succionar la savia de la planta, inyectan sustancias tóxicas que provocan un desorden fisiológico en las hojas (Castro, Morales, & Peck, 2005). Una de las estrategias de manejo para reducir su daño es el uso de especies con un nivel aceptable de resistencia genética y un buen grado de adaptación al ambiente en cada región (Lapointe, Peck, Yencho, & Valério, 1996). El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Brasil han desarrollado híbridos con alta resistencia a salivazo y una excelente adaptación edáfica, que constituirían la base de un programa de manejo integrado de salivazo en América Tropical (Sotelo & Cardona, 2001).

A pesar de la importancia económica de estos pastos, la falta de conocimiento y/o el uso inapropiado de algunas medidas de control, han dificultado su manejo. En la Amazonia Ecuatoriana tenemos todo el potencial de diversificación para mantener en equilibrio las plagas con la implementación de un manejo con la integración de los sistemas silvopastoriles en el manejo de los pastos, los mismos que proporcionan recursos tales como hospederos alternos, alimento y refugios que favorecerán la presencia de enemigos naturales.

Otra alternativa dentro del manejo integrado de plagas en el pasto es la utilización de hongos entomopatógenos capaces de ejercer control sobre salivazos y de esta manera reducir el daño producido por estos insectos. De acuerdo a Tiago, Oliveira, & Lima, (2014), aislados de *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* presentaron el mayor potencial para el control del salivazo *Mahanarva fimbriolata*.

### Objetivo

- Determinar el efecto de la sombra y controladores biológicos sobre las poblaciones de salivazo en pastos *Brachiaria* sp.

### Metodología

Se estableció el ensayo en la Joya de los Sachas en la estación Experimental Central de la Amazonía (EECA), en el cual se estableció pasto *Dalis*. Los factores que se estudian en la presente investigación corresponden a dos tipos de sombras: sombra media contrastadas con pleno sol, el otro factor en estudio son intensidades de manejo: a) la rotación, b) y control biológico. La combinación de los factores da origen a 12 tratamientos en estudios (Tabla 13). Los tratamientos se implementarán bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar con los sistemas de producción. Para la multiplicación masiva del hongo se utilizó grano entero de arroz, mismo que se humedeció y esterilizó en bolsas de plástico de polifan. El arroz fue previamente lavado dos veces en agua corriente y remojado por 40 minutos en una solución de cloranfenicol, a la concentración de 500 ppm; pasado ese tiempo se colocó en las bolsas de plástico en cantidades de 250 g y se esterilizó por 15 minutos a 121°C y 15 psi. Una vez esterilizado el arroz y ya frío, se inoculó con 5 ml de una suspensión de conidias del hongo de 21 días de edad a la concentración de  $1 \times 10^6$  conidias por ml, utilizando una jeringa hipodérmica y el orificio fue sellado con cinta adhesiva. Una vez inoculado el arroz, las bolsas se incubaron a temperatura ambiente con 12 horas luz-oscuridad durante tres semanas (Lezama R. *et al.*, 1997).

El producto fue aplicado en forma Convencional con aspersora manual con capacidad de 20 litros y un volumen de agua de 200 litros/ha. Se realizaron seis

aplicaciones, las aplicaciones se hicieron en las primeras horas de la mañana, el producto fue aplicado únicamente en el área de cada unidad experimental.

Tabla 13. Características de los tratamientos establecidos ensayo para el manejo integrado de salivazo

Tratamiento	Nivel de sombra	Rotación	Biocontroladores
T1	Media	Rotación controlada	Biocontrolador 1
T2	Media	Rotación controlada	Biocontrolador 2
T3	Media	Rotación controlada	Sin biocontrolador
T4	Media	Rotación productor	Biocontrolador 1
T5	Media	Rotación productor	Biocontrolador 2
T6	Media	Rotación productor	Sin biocontrolador
T7	Sin sombra	Rotación controlada	Biocontrolador 1
T8	Sin sombra	Rotación controlada	Biocontrolador 2
T9	Sin sombra	Rotación controlada	Sin biocontrolador
T10	Sin sombra	Rotación productor	Biocontrolador 1
T11	Sin sombra	Rotación productor	Biocontrolador 2
T12	Sin sombra	Rotación productor	Sin biocontrolador

A los 3 días después de la aplicación del biocontrolador se realizaron las evaluaciones de población de ninfas y adultos. El conteo de ninfas se realizó mediante el uso de un marco metálico de 1 m<sup>2</sup>, lanzándolo aleatoriamente en 5 ocasiones en cada unidad experimental, el conteo de adultos se realizó mediante un marco metálico de 0.50 x 0.50 m forrado con malla entomológica, lanzándolo aleatoriamente en 10 ocasiones en cada unidad experimental.

### Resultados preliminares

En el ensayo instalado en la EECA, al analizar el factor sombra hubo diferencias significativas para la variable la población de insectos vivos y pupas, se observa que en pleno sol hay mayor cantidad de adultos vivos y ninfas de salivazo (0.41 y 5.18 individuos) (tabla 14).

Tabla 14. Presencia de adultos vivos/m<sup>2</sup> según efecto de sombra.

Sistema Forestal	Número de salivazos vivos	Número de ninfas de salivazo
Pleno sol	0,41 a	5,18 a
Sombra	0,15 b	1,02 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Al analizar el factor biocontrolador las variables la población de insectos vivos y pupas no presentaron diferencias significativas (Tabla 15)

**Tabla 15.** Presencia de ninfas/m<sup>2</sup> para cada uno de

Tipo de manejo	Número de salivazos vivos	Número de ninfas de salivazo
Biocontrolador <i>Metarrizium</i> sp.	0,33 <sup>a</sup>	3,18 <sup>a</sup>
Sin Biocontrolado	0,23 <sup>a</sup>	3,02 <sup>a</sup>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Conclusiones:

- La sombra ejerce efectos sobre las poblaciones de salivazos tanto adultos como ninfas.
- Las cepas de *Metarrizium* sp. no ejercieron efectos sobre las poblaciones de salivazos

### Recomendaciones:

- Seguir investigando sobre el efecto de la sombra y biocontroladores sobre la plaga denominada salivazo.

### Bibliografía

Alcorn, J. L. (1983). Generic concepts in Drechslera, Bipolaris and Exserohilum. *Mycotaxon*, 17, 1–86.

ARANGO, G., CALDERON, M., & VARELA, F. A. (1982). Cercópidos plagas de los pastos en América Tropical. *Biología y control: guía de estudio*.

Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).

Castaño, J. (1994). *Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015.

Castro Marcelo. (2017). Rendimiento de arroz en cáscara, primer cuatrimestre 2017. *Dirección de Análisis y Procesamiento de La Información Coordinación General Del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería., 09*. Retrieved from [http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios\\_agroeconomicos/rendimiento\\_arroz\\_primer\\_quatrimestre2017.pdf](http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_primer_quatrimestre2017.pdf)

Castro, U., Morales, A., & Peck, D. C. (2005). Dinámica poblacional y fenología del salivazo de los pastos *Zulia carbonaria* (Lallemand)(Homoptera: Cercopidae) en el Valle Geográfico del Río Cauca, Colombia. *Neotropical Entomology*, 34(3), 459–470.

Ecuador, P. (2013). Análisis del sector cacao y elaborados. *Ecuador: Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones*, 6.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. (2017). *Indice\_de publicacion\_ESPAC\_2017*.

Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). Trichoderma species—opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43.

Holmes, K. A., Schroers, H.-J., Thomas, S. E., Evans, H. C., & Samuels, G. J. (2004). Taxonomy and biocontrol potential of a new species of Trichoderma from the Amazon basin of South America. *Mycological Progress*, 3(3), 199–210. <https://doi.org/10.1007/s11557-006-0090-z>

INEC. (2014). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, 23. <https://doi.org/10.4206/agrosur.1974.v2n2-09>

Krauss, U., & Soberanis, W. (2003). Control Biológico de *Monilia* (*Moniliophthora roreri* (Cif. & Par) Evans et al.) para la rehabilitación de cacaotales en América Latina. *Biol. Control*, 22(2), 149–158.

Lapointe, S. L., Peck, D. C., Yencho, G. C., & Valério, J. R. (1996). Estrategias para el control de cercópidos: Problemas y perspectivas. In *Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología (23, 1996, Cartagena de Indias, Colombia). Memorias*.

Lezama, R., Molina, J., Rebolledo, O., Trujillo, A., Gonzalez, M., & Briceno, S. (1997). Evaluation of entomopathogenic fungi (Hyphomycetes) against *Anthonomus fulvipes* (Coleoptera: Curculionidae) in organically grown barbados cherry trees. *Vedalia*, 4: 25-27

Luttrell, E. S. (1963). Taxonomic criteria in *Helminthosporium*. *Mycologia*, 55(5), 643–674.

Manamgoda, D. S., Rossman, A. Y., Castlebury, L. A., Crous, P. W., Madrid, H., Chukeatirote, E., & Hyde, K. D. (2014). The genus *Bipolaris*. *Studies in Mycology*, 79(1), 221–288. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>

Metcalf, Z. P. (1960). General catalogue of the Homoptera, Fascicle VII.

Cercopoidea. Parts 1. Machaerotidae. Waverly Press, Baltimore, MD.

Nieto, C., & Caicedo, V. (2012). Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. *Miscelánea*, 405, 46–48.

Ou, S. H. (1985). *Rice diseases*. IRRI.

Peck, D. C. (2001). Diversidad y distribución geográfica del salivazo (Homoptera: Cercopidae) asociado con gramíneas en Colombia y Ecuador.

Pico, R., Calderon, P., Fernández, A., & Díaz, M. (2012). Guía del manejo integrado de enfermedades del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L) en la amazonía.

Sánchez Mora, F. D., & Garcés Fiallos, F. R. (2012). *Moniliophthora roreri* (Cif y Par) Evans et al. en el cultivo de cacao. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 249–258.

Sivanesan, A. (1987). *Graminicolous species of Bipolaris, Curvularia, Drechslera, Exserohilum and their teleomorphs*. CAB International.

Sivila, N., & Jujuy, S. A. (2013). *Producción artesanal de trichoderma*.

Sotelo, G., & Cardona, C. (2001). Manejo integrado del salivazo de los pastos con énfasis en resistencia varietal. *Manejo y Evaluación de Pasturas Tropicales*. Herrero, M, 117–125.

Suárez, L. Y., & Cabrales, C. P. (2008). Identificación de especies de cepas nativas de *Trichoderma* sp. y *Bacillus* sp. y evaluación de su potencial antagonista in vitro frente al hongo fitopatógeno nativo *Moniliophthora roreri* en el departamento de Norte de Santander. *Respuestas*, 13(1), 45–56.

Tiago, P. V., Oliveira, N. T. de, & Lima, E. Á. de L. A. (2014). Biological insect control using *Metarhizium anisopliae*: morphological, molecular, and ecological aspects. *Ciência Rural*, 44(4), 645–651.

Tovar Castaño, J. C. (2008). *Evaluación de la capacidad antagonista “in vivo” de aislamientos de Trichoderma spp frente al hongo fitopatógeno Rhizoctonia solani*. Pontificia Universidad Javeriana. Retrieved from <http://passthrough.fw-notify.net/download/614907/http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>

Vivas Vivas, L., & Intriago Mendoza, D. (2012). Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador.

#### 11.4. Actividad 4. Título: “Evaluación de Tecnologías en Sistemas Agroforestales para la Producción de Pitahaya en el Cantón Palora”.

##### Antecedentes

El lugar de origen de la Pitahaya es América tropical, de allí se ha distribuido a sureste asiático, Europa, Estados Unidos de América e Israel, como cultivo comercial (Del Ángel et al. 2012). Los mismos autores manifiestan que existen 10000 hectáreas de plantaciones de pitahaya especializadas en el mundo, en sistemas de producción tradicionales, semitecnificados y tecnificados, distribuidos en la Florida, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguay, Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Tailandia, Indonesia y Vietnam. Ecuador y Nicaragua son los principales productores de *H. undatus* en América Latina y Colombia de la variedad pitahaya amarilla (*Selenicereus* sp.).

En Ecuador de acuerdo con los datos del último Censo Agropecuario realizado por el INEC en el año 2000, el total de la superficie sembrada exclusivamente con Pitahaya fue de 165,5 ha, mientras que la superficie cosechada alcanzó las 110 hectáreas. En cuanto a la distribución geográfica de los cultivos, éstos se localizaron principalmente en las provincias de Pichincha con el 76.8%, Morona Santiago con 11.47%, Guayas con 4.9% y Bolívar con 3.9%. Según Asopitahaya del Ecuador, cada hectárea produce 4.000 kg de pitahaya por ciclo, dando una producción de 300 toneladas con una variación del 20% debido al factor climático, también manifiesta que se requiere una inversión de USD 25 000/ha para el riego de fertilizantes y abonos. La pitahaya amarilla se encuentra en el Noroccidente de Pichincha, Imbabura y en la región sur de la Amazonía. Mientras la pitahaya roja se encuentra cultivada en la provincia del Guayas (Pozo 2011).

Este cultivo no se ve exento del daño de diversas patologías fúngicas, diferentes autores citan a los microorganismos como: *Fusarium oxysporum*, *Fusicoccum* sp., *Dothiorella* sp., *Curvularia lunata*, *Colletotrichum gleoeosporioides*, *Phytophthora* sp. y *Alternaria* sp. (Awang et al. 2010, Rodríguez 2000, Vilaplana 2016) su presencia y daños causan una merma en la producción con pérdidas económicas de hasta el 44 % (Botín et al., 2004); aunque las evidencias citadas se tratan de patógenos encontrados en las vainas y fruta de pitahaya. A más del grupo de patógenos asociados a la pitahaya algunos autores, sostienen que uno principales problemas asociados a la destrucción radicular son los nematodos; aunque presumen hipotéticamente que hongos del genero *fusarium* podrían estar ocasionando daños a las raíces producto de las heridas ocasionadas por los nematodos (Araujo and Medina 2008; Castaño et al. 1991; Guzmán et al. 2011).

Debido a estas problemáticas en el cultivo de pitahaya en los años 90, países como Colombia, Nicaragua y México han realizado diferentes estudios sobre la protección del cultivo (Valencia-Botín, Kokubu, & Ortíz-Hernández, 2013). En el Ecuador se posee muy poca información de las plagas presentes en el cultivo de pitahaya, este desconocimiento está llevando a un mal control y al aumento de costos de producción, sin enfatizar la contaminación ambiental que conlleva las aplicaciones químicas desmedidas para paliar el daño causado por estas.

Sarango (2007), que menciona, que en la combinación del sistema agroforestal de las especies industriales *Piper nigrum* y *Cereus triangularis* con las especies leñosas *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana*, se incrementaron los contenidos promedios de materia orgánica (23,6 %), de nitrógeno (27,6%) y de potasio (118,4 %), por efecto de la biomasa agregada al suelo de las dos especies arbóreas. En este SAF en el primer año se obtuvo una producción promedio de biomasa de *Gliricidia sepium* de 1 600,29 kg/ha/año, superior en 3,1 veces a la *Erythrina poeppigiana* que obtuvo una producción de 510,40 kg/ha/año.

### Objetivo

- Evaluar el efecto de los sistemas agroforestales sobre variables sanitarias en el cultivo de pitahaya.

### Metodología

El estudio se realizara Provincia Morona Santiago, cantón Palora, la cual presenta una temperatura promedio 22.5 °C, una precipitación media anual 3500 mm, humedad relativa promedio de 82, de topografía plano (< 5%) y textura de suelo franco.

En el ensayo el factor en estudio lo conforma el sistemas agroforestales, porotillo (*Erythrina spp*), *Gliricidia sp.* y pleno so. Se emplearán un diseño de bloques completamente aleatorizado, con tres repeticiones en ambos ensayos. El análisis estadístico de los datos se analiza con medias empleando tablas dinámicas. Se evalúa las síntomas de nematodos, incidencia de bacteriosis, para lo cual se contabilizará el total de ramas de nueve plantas y en número de ramas con la presencia de la enfermedad sarna en brotes tiernos, esta evaluación se realizará mensualmente.

La combinación de los factores nos genera seis tratamientos, los que se describen en la Tabla 16.

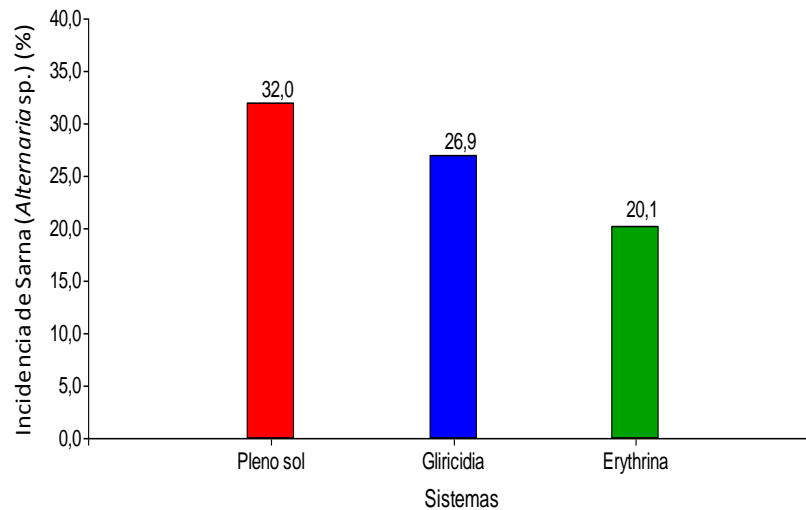


**Tabla 16.** Tratamientos del estudio de SAF en pitahaya en Palora:

Tratamientos	Combinación
T1	<i>Erythrina</i>
T2	<i>Gliricidia</i>
T3	<i>Pleno sol</i>

### Resultados preliminares

Al medir el efecto de los sistemas agroforestales se observa que el sistema erythrina reporta la menor incidencia de sarna (20,1%) seguido del sistema gliricidia con 26,9% y la mayor incidencia la reporta el agrosistema pleno sol (figura 9).



**Figura 9.** Efecto de sistemas agroforestales sobre la Incidencia de Sarna ensayo pitahaya.

### Conclusiones:

- La sombra por su condición detiene el rocío del agua que desciende en forma de vapor especialmente en horas de la noche, tiende a desfavorecer el desarrollo de la enfermedad denominada sarna.

### Recomendaciones:

- Se recomienda realizar estudios para determinar la interacción entre *Alternaria* sp. y el Acaro presentes en las pencas.
- Realizar estudios para establecer niveles de interacciones entre nematodos fitoparasitos y *Fusarium* spp sobre el daño a raíces de pitahaya.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Awang, Y., Ghani, M. A. A., & Sijam, K. (2010). Effects of *Colletotrichum gloeosporioides* and *Monilinia fructicola* on quality of red flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Acta Horticulturae*, (880), 431–437.
- Banco Central del Ecuador. (2012). Comercio exterior - bce. Retrieved from [http://www.portal.bce.fin.ec/%0Avto\\_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jspi](http://www.portal.bce.fin.ec/%0Avto_bueno/seguridad/ComercioExteriorEst.jspi)
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- MAG. (2019). MAG apoya la búsqueda de nuevos mercados para la pitahaya de Palora. Retrieved from <https://www.agricultura.gob.ec/mag-apoya-la-busqueda-de-nuevos-mercados-para-la-pitahaya-de-palora/>
- Montiel González, L., González Flores, F., Sánchez García, B. M., Guzmán Rivera, S., Gámez Vázquez, F. P., Acosta Gallegos, J. A., ... Mendoza Elos, M. (2005). Especies de *Fusarium* presentes en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con daños de pudrición, en cinco estados del centro de México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(1).
- Patel, J. S., & Zhang, S. (2017). First Report of *Alternaria* Blight of Pitahaya (*Hylocereus undatus*) Caused by *Alternaria* sp. in South Florida of the United States. *Plant Disease*, 101(6), 1046.
- Rodríguez, C. A. (2000). Producción y comercialización de pitahayas en México. *Claridades Agropecuarias*, 82, 44.
- Valencia-Botín, A. J., Kokubu, H., & Ortiz-Hernández, Y. D. (2013). A brief overview on pitahaya (*Hylocereus* spp.) diseases. *Australasian Plant Pathology*, 42(4), 437–440.
- Valencia Botín, A. J., Sandoval Islas, J. S., Cárdenas Soriano, E., Michailides, T. J., & Rendón Sánchez, G. (2004). A New Stem Spot Disease of Pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose] caused by *Fusicoccum*-like anamorph of *Botryosphaeria dothidea* (Moug.: Fr.) Ces. and De Not. in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 22(1).
- Vilaplana Ventura, M. R. (2016). Aislamiento, identificación y evaluación de los hongos más agresivos aislados de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el periodo poscosecha.

## 11.5. Actividad 5. Título: Mejoramiento de la producción de Cacao Nacional (*Theobroma cacao* L.) en la región Amazónica del Ecuador a través de fertirrigación.

### Antecedentes

El árbol de cacao (*Theobroma cacao*) es cultivado en zonas tropicales húmedas, sus semillas son usadas principalmente en la industria alimentaria para la producción de chocolate en barra y chocolate en polvo (para hornear, bebidas chocolatadas y para la industria del helado), además está considerado como uno de los cultivos principales para pequeños y medianos agricultores a nivel mundial, principalmente en el continente americano y africano. El cultivo de cacao tiene importancia y comercialización internacional (como "comodity"), según estimaciones de la "World Cocoa Foundation" (2012) el cacao como producto de intercambio comercial internacional contribuye a la sustentabilidad de la vida de entre 40-50 millones de personas a nivel mundial.

A nivel nacional en el año 2012 se registró una superficie cosechada de cacao de alrededor de 430 mil ha, con una producción media de 0.3 t/ha (ESPAC, 2013) lo que de acuerdo al Banco Central, representó el 1.78% del PIB del país, por lo tanto el cacao representa uno de los principales cultivos de la economía ecuatoriana. La Amazonía representa alrededor del 40% de la superficie del Ecuador donde el cacao es uno de los principales cultivos, cumpliendo un rol principal no solo en la economía de esta región, sino fundamentalmente en el desarrollo social de la misma. Según los datos presentados por la ESPAC (2013), las plantaciones de cacao en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) son de alrededor de 65 574 ha, representando el 64.3% de los cultivos permanentes en la región y junto con las plantaciones de plátanos, caña de azúcar, café y palma africana, el cacao está considerado como un cultivo que garantiza ingresos de forma constante para las familias productoras y al mismo tiempo, por sus características de cobertura permanente, es apropiado para establecer sistemas agroforestales compatibles con las condiciones ambientales de la Amazonía, reduciendo de forma significativa el impacto ambiental. La mayoría de las plantaciones de la región pertenecen a pequeños y medios agricultores que desarrollan este cultivo bajo técnicas básicas de cultivo y como consecuencias con rendimientos muy bajos y no consistentes (alta alternancia en la productividad) lo que evita un desarrollo socio económico apropiado de este grupo humano en la región.

Según las características climáticas de la RAE, se considera como una región óptima para la producción de cacao. Las temperaturas promedio de esta región se

registran entre 23.4 y 25.4 oC, con precipitaciones anuales de entre 1 900 a 6 200 mm. Según los datos presentados en el "Análisis Reflexivo Sobre el Desarrollo Agropecuario Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana" (2012) respecto de los balances hídricos de la región, se puede apreciar que no existe déficit hídrico en ningún periodo del año cuando el análisis se realiza a nivel mensual, pero en sistemas de producción agropecuarios la importancia del "déficit hídrico" debe ser considerada a una escala de tiempo mucho más reducida como en horas de "déficit hídrico" por día. Según este mismo informe los suelos de la RAE están definidos principalmente como suelos del orden "Inceptisoles" que tiene el carácter de poco asequeables para cultivos, por ser suelos recientes, lo que significa que en los sistemas agrícolas en general y en las plantaciones de cacao de la RAE en particular, se observa un estrés nutricional importante en las plantas lo cual conlleva a bajas producciones, alternancia en la producción y mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades.

La potencial biomasa anual (por arriba del suelo) producida por el árbol de cacao fue estimada por Corley (1983) en 56 t/ha; asumiendo que el índice de cosecha es de 0.20 (posiblemente una sobrestimación), la máxima cosecha de semilla estaría alrededor de las 11 t/ha; este valor es significativamente más alto de la mejor producción registrada de 4.4 t/ha (sin sombra) y la mejor producción comercial de 1.5-2.5 t/ha (Carr y Lockwoods, 2011). La producción de cacao por hectárea en el Ecuador y en la RAE en particular en promedio son de entre 0.3 - 0.5 t/ha, valores que se encuentran muy por debajo de los valores anteriormente sugeridos, principalmente en relación al Cacao Nacional Fino de Aroma. Los factores considerados como limitantes y causantes de la productividad son: agua, nutrientes, plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas, principalmente.

Tomando en cuenta la aparente sensibilidad del árbol de cacao a condiciones de sequía, inclusive temporal, sorprendentemente hay escasos reportes científicos sobre experimentos de irrigación (Carr and Lockwoods, 2011). En general, los estudios sobre la respuesta del cacao a la falta de agua fueron realizados principalmente en plantas juveniles y bajo condiciones ambientales controladas (Rada, et al., 2005). En Costa de Marfil, Jadin y Jacquemart (1978), compararon la influencia de dos métodos diferentes de irrigación (por aspersores y por goteo) con control no irrigado sobre la producción de cacao joven por el periodo de dos años. El riego, principalmente por goteo, aceleró el crecimiento de las plantas, incrementó el número de flores e incrementó la producción, pero no tuvo ningún efecto en la periodicidad del ciclo de crecimiento. Huan et al. (1986), reportó un aumento en la producción de semilla seca de 60 y 28% en el primer y segundo año de experimento respectivamente, como consecuencia de la aplicación

suplementaria de agua por riego por goteo en Malasia, también se observó un incremento en el número de frutos y en el peso de la semilla. En la zona norte del Estado de Queensland, Australia, con irrigación suplementaria la producción de semilla seca fue de entre 1.5 y 2.7 t/ha en plántones jóvenes (Diczbalis et al., 2010).

El presente estado de conocimiento sobre el efecto de fertilización en general y de fertirrigación en particular en la producción de cacao es extremadamente limitado, no solo en el Ecuador sino a nivel mundial. La mayoría de los experimentos reportados en publicaciones científicas hacen referencia a la aplicación de fertilizantes (principalmente nitrógeno en forma de urea) de forma granular y de forma irregular (no constante) durante los periodos de lluvia principalmente (Asomaning et al., 1971; Lainez 1972; Ahenkorah et al., 1987). La mayoría de estos reportes están en relación a la producción de cacao principalmente en el continente Africano, sin embargo, Bentley et al. (2004) reporta en su informe "Neighbor trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador" que las variedades tradicionales de cacao son en general sin riego, pocos son los agricultores que fertilizan el cacao y en el caso de hacerlo lo realizan en forma granular, principalmente con urea; aquellos que aplican dosis más importante de fertilizantes son los agricultores que trabajan principalmente con el clon CCN51.

Considerando las características climáticas y de suelo de la RAE, la hipótesis para el presente trabajo se define que la aplicación de fertilizante balanceado (N-P-K + microelementos) a través del sistema de riego durante los distintos estadios fenológicos de crecimiento y producción del árbol de cacao (*Theobroma cacao* L.) aumentará de forma significativa la producción de frutos y semillas secas. Como consecuencia el objetivo general de las dos fases de la presente investigación es mejorar los ingresos brutos de los agricultores de cacao de la RAE de forma significativa promoviendo el mejoramiento socio-económico de tales familias agrícolas en particular y de la RAE en general. El objetivo particular a largo plazo de esta investigación es desarrollar un protocolo de fertirrigación para el cacao de la RAE que permitirá: 1) aumentar la producción media de cacao en la RAE de forma significativa en un 100%; 2) disminuir la alternancia actual en la producción de cacao nacional; 3) disminuir la susceptibilidad a plagas y enfermedades que reducen de forma significativa la producción de cacao. En una primera instancia no se evaluarán procesos de cosecha y postcosecha que influyen directamente en la calidad del producto, pero se contempla utilizar la metodología aceptada hoy en día para el tratado del fruto en la post-cosecha y evaluar el impacto de la fertirrigación en varios componentes que definen la calidad de los granos de cacao como perfil de ácidos grasos, componentes aromáticos, componentes antioxidantes y propiedades como rendimiento..

## Objetivo:

- Estudiar el efecto de la fertirrigación sobre la incidencia de moniliasis y rendimientos de cacao en la Amazonía.

## Metodología

Se realizará un experimento en la EECA con ocho tratamientos, en el mismo que se determinarán diferentes variables de respuesta agronómica, morfológica, de calidad y económica. El proyecto requiere una primera fase de tres años para el establecimiento y evaluación del potencial productivo en las primeras cosechas a nivel de estación experimental y requiere continuidad en una segunda fase, considerando que el cacao es un cultivo perenne y alcanza la estabilidad productiva a los 5 años de haber sido sembrado, donde claramente se identificarán los mejores tratamientos para ser establecidos, evaluados y recomendados a nivel de productor. Es así que, a finales del tercer año (36 meses) se obtendrán los primeros resultados de productividad que permitirán identificar y proyectar los mejores tratamientos para establecer y validar, luego de los 5 años de evaluación, en parcelas de producción en fincas de agricultores y seleccionar la mejor tecnología que será transferida a los productores que permita mejorar su calidad de vida. Finalmente se elaborará un protocolo de trabajo para la fertirrigación del cacao Nacional en la RAE en parcelas de fincas de productores.

La investigación se realizará en el laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 msnm, con 0°21'32" de latitud Sur y 76°52'40" de longitud Occidental. El factor que se estudia en la presente investigación corresponden a niveles de fertilización. Las plantas están sembradas a 4 x 4 metros, densidad poblacional de 625 plantas por hectárea, área total de cada parcela experimental de 144 m<sup>2</sup>, número de árboles por UE 16, número de árboles de cacao por parcelas útil 4, número de unidades experimentales 40, área total del ensayo 5 760 m<sup>2</sup>.

Los tratamientos en estudios se describen a continuación:

1. Control (sin riego y sin fertilizante; sin encalado).
2. Control II (con riego y sin fertilizante) + encalado.
3. Fertirrigación I (N-P-K + microelementos) 20 ppm (hasta 200 kg N/ha/año) + encalado.
4. Fertirrigación II (N-P-K + microelementos) 10 ppm (hasta 100 kg N/ha/año) + encalado.
5. Fertirrigación III (N-P-K + microelementos) 40 ppm (hasta 400 kg N/ha/año) + encalado.
6. Fertilización granular "slow release" + encalado.
7. Encalado (sin riego y sin fertilizante).

8. Fertilización química recomendada por manejo integrado.

Se empleará un diseño de bloques completo al azar con cinco repeticiones, Los datos se analizarán con el programa estadístico InfoStat, empleando modelos lineales generales y mixtos, (Di Rienzo *et al.* 2008).

Se evaluará las siguientes variables:

**Número de mazorcas sanas**, en las cuatro plantas de la parcela útil, se contarán mensualmente el número de mazorcas que no presentan síntoma alguno de enfermedad.

**Número de mazorcas enfermas por monilia (*Moniliophthora roreri*)**, se contarán mensualmente el número de mazorcas con síntomas de enfermedad, tales como: gibas, maduración prematura, puntos claros, mancha chocolate y/o esporulación blanca (Phillips-Mora y Cerda 2010).

**Porcentaje de mazorcas enfermas (monilia)**, es el resultado de la relación entre mazorcas sanas y enfermas, como se indica en la siguiente fórmula:

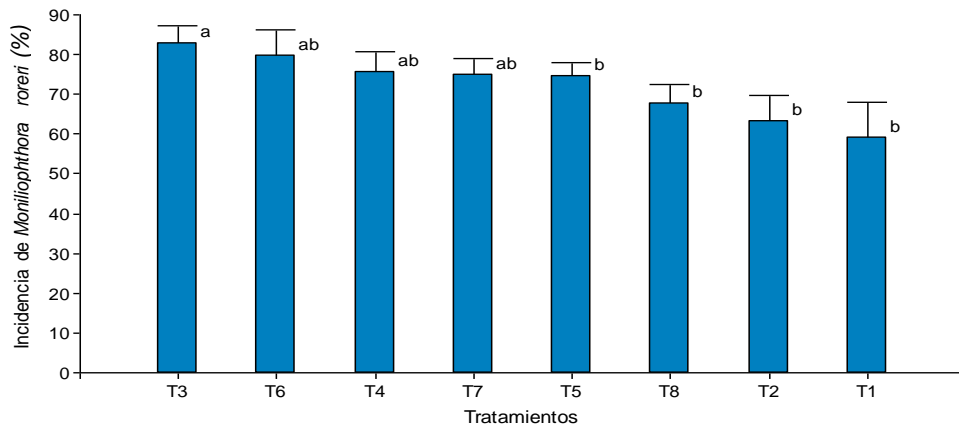
$$\% ME = (n/N) \times 100$$

Dónde: % ME = porcentaje de mazorcas enfermas, n = número de frutos enfermos y N: número total de frutos.

**Producción en kg**, se determinará pesando las almendras maduras que serán cosechados durante el período de evaluación de las 9 plantas seleccionadas en la parcela útil.

## Resultados

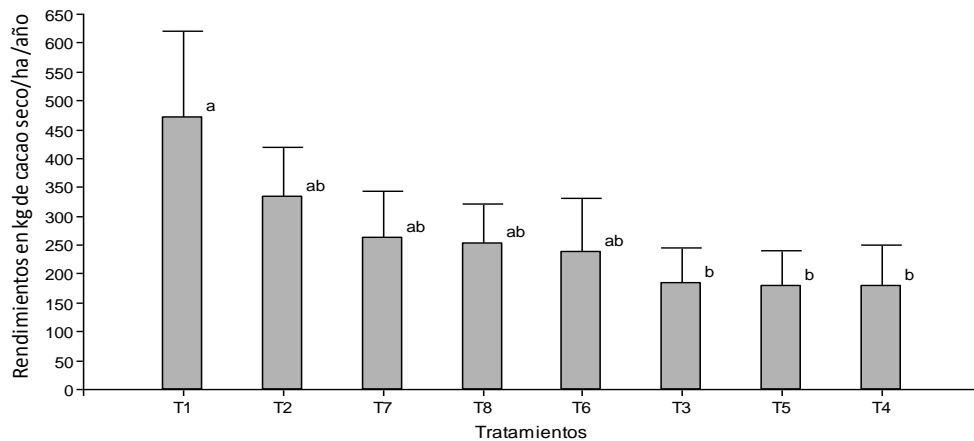
Al realizar la prueba LSD Fisher  $\alpha = 0.05$  se observa los tratamientos mostraron diferencias significativas ( $p < 0,0230$ ) para la variable incidencia de monilia. La incidencia más alta (82.85%) la presentó el tratamientos tres (Fertilización I (N-P-K + microelementos) 20 ppm (hasta 200 kg N/ha/año) + encalado), seguidos del tratamiento seis (Fertilización granular "slow release" + encalado). El tratamiento uno (T1: sin riego y sin fertilizante; sin encalado); el tratamiento dos (Control II (con riego y sin fertilizante) + encalado) y el T8 (Fertilización química recomendada por manejo integrado) obtuvieron la menor incidencia (58.99%, 63.28 y 67.66% respectivamente), los cual no diferente estadísticamente a los citados anteriormente (figura 10).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 10.** Incidencia de monilia (*M. roleri*) de acuerdo a los tratamientos en el ensayo de fertirrigación.

Al realizar la prueba LSD Fisher  $\alpha = 0.05$  se observa que los tratamientos mostraron diferencias estadística para la variable rendimientos; siendo mayores los rendimientos en el tratamiento uno (472.00 kg cacao seco/ha.) (Control II con riego y sin fertilizante sin encalado) siendo diferentes a los demás tratamientos (Figura 11).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 11.** Rendimientos en kg cacao seco/ha/año de acuerdo a los tratamientos en el ensayo de fertirrigación.



## Conclusiones:

- La incidencia de monilia es alta en todos los tratamientos aunque al hacer menos usos de las aplicaciones de fertilizantes la incidencia es menor.
- Las aplicaciones de fertilizantes por medio de la fertirrigación hacen efectos negativos sobre los menores rendimientos.

## Recomendaciones:

- Observar variables químicas de suelo para determinar el efecto negativo al realizar una fertirrigación.

## Bibliografía

Ahenkorah, Y., Halm, B J., Appiah, M.R., Akrofi, G.S., and Yirenkyi, JEK. (1987). Twenty Years' Results from a Shade and Fertilizer Trial on Amazon Cocoa (*Theobroma cacao*) in Ghana. *Experimental Agriculture*. 23: 31-39.

Asomaning, EJA., Kwakwa, RS., and Hutcheon, WV. (1971). Physiological studies on an Amazon shade and fertilizer trial at the Cocoa Research Institute, Ghana. *Ghana Journal of Agricultural Science (Ghana)*. 4(1): 47-64.

Bentley, JW., Boa, E., and Stonehouse, J. (2004). Neighbor trees: Shade, Intercropping, and Cacao in Ecuador. *Human Ecology*. 32 (2) 241-270.

Carr, MKV., and Lockwood, G. (2011). The water relations and irrigation requirements of cocoa (*Theobroma cacao* L.): a Review. *Expl. Agric.* 47 (4): 653-676.

World Cocoa Foundation. 2012. Cocoa Market Update. [http://worldcocoafoundation.org%2Fwpcontent%2Fuploads%2FCocoa-Market-Update\\_as\\_of-3.20.2012.pdf&usg=AFQjCNFtmy38gGQkbO5rFMQ2O5bF0zNJQ&sig2=4jYLVBEyst9Ef vTzVNYL\\_Q](http://worldcocoafoundation.org%2Fwpcontent%2Fuploads%2FCocoa-Market-Update_as_of-3.20.2012.pdf&usg=AFQjCNFtmy38gGQkbO5rFMQ2O5bF0zNJQ&sig2=4jYLVBEyst9Ef vTzVNYL_Q)

Corley, RHV. (1983). Potential productivity of tropical perennial crops. *Experimental Agriculture*. 19: 217-237.

Diczbalis, AJ., Lemin, C., Richards, N., and Wicks, C. (2010). Producing cocoa in Northern Australia. Australian Government, Rural Industries Research and Development Corporation Report 09/092.

ESPAC, 2009. Censo Nacional Agropecuario.  
<http://tramitesecuador.com/category/Instituto-nacional-de-estadisticas-y-censos-inec/>

ESPAC, 2013. Censo Nacional Agropecuario.  
<http://tramitesecuador.com/category/Instituto-nacional-de-estadisticas-y-censos-inec/>

Hardy, F. 1970. Edafología Tropical. México. 416 pp.

Huan, LK., Yee, HC., and Wood, BJ. (1986). Irrigation of Cocoa on coastal soils in Peninsular Malaysia. In Cocoa and Coconuts: Progress and Outlook, Kuala Lumpur, Incorporated Society of Planters, 117-132.

Jadin P., Jacquemart, J-P. 1978. Effet de l'irrigation sur la précocité des jeunes cacaoyers. Café Cacao Thé 22:31-35

INIAP. 2011. Informe Anual. Estación Experimental Central de la Amazonía. INIAP. Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador.

Lainez CJ., (1972). Fertilización química de café y cacao en el Litoral ecuatoriano. Boletín Técnico. INIAP. 1972.11.

Lal, R., Kimble, I., Levine, E., Steward B.A. (eds) 1995. Soil and global change. CRC & Lewis publishers, Boca Raton FL.

Nieto, C; Caicedo, C. 2012. Análisis Reflexivo del Desarrollo Sostenible de la Amazonía Ecuatoriana

Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. 1991. 2ª ed. World map of the status of human induced soil degradation: and explanatory note. United Nation Environment Programme, Nairobi.

Pico, R., Calderón D., Fernández F., Díaz. A. 2012. Guía del Manejo Integrado de Enfermedades del Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía. INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía. Joya de los Sachas, Ecuador. 19 pp.

Rada, F., Jaimez, RE., Garcia-Nuñez, C., Azócar, A. and Ramirez, ME. (2005). Water relation and gas Exchange in *Theobroma cacao* var. Guasare under periods of wáter déficit. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 22: 105-112.

Uribe A., Méndez H., Mantilla. 1998 Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de cacao en suelo del Departamento de Santander. Revista Suelos Ecuatoriales. 28:31-36

## **11.6. Actividad 6. Evaluación De La Dispersión De Esporas De *Moniliophthora roreri* (Cif & Par) En El Cultivo De Cacao (*Theobroma cacao* L.) En La Joya De Los Sachas**

### **Antecedentes**

En Ecuador, la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) se considera como el mayor problema que causa pérdidas superiores al 60% en la producción de cacao, bajos rendimientos que hacen no rentable al cultivo (Enríquez 2004; Brenes 1983). La dispersión de moniliasis es un proceso esencial para el desarrollo de la epidemia. Los patógenos se dispersan por varias formas, algunos producen propágulos que se desplazan activamente en el agua, pueden dispersarse a través del crecimiento túlico, otros de forma más activa por medio de esporas, a través del efecto del viento, la lluvia, y el hombre. Algunos se desplazan pasivamente a través de vectores que pueden ser humanos, animales, insectos o prácticas agronómicas como el riego.

Las condiciones secas, humedad relativa baja y temperatura mayor a 26°C favorecen la liberación y dispersión de los conidios; las lluvias frecuentes favorecen la presencia de agua libre sobre los frutos, facilitando la germinación y penetración de los conidios. La germinación de las conidias es favorecida sobre temperaturas medias de 22°C y humedad relativa del 93 % (Albuquerque et al., 2005, IICA 2006).

La dispersión de *M. roreri* es una las fases importante en ciclo de vida del hongo la cual determina el grado de afectación de las mazorcas. Conocer la dinámica de dispersión y su relación con los factores meteorológicos, permitirá implementar sistemas que desfavorezcan su llegada a las mazorcas. Se conoce que mayor cantidad de esporas se encuentra suspendida por debajo de la copa del cacao en horas de la noche que en el día (Leandro 2011; Aylor 1990; Meléndez 1993). En éste contexto el objetivo de esta investigación fue evaluar la dinámica de dispersión de esporas de *Moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y su relación con los factores meteorológicos.

### **Metodología**

La presente investigación se realizó en INIAP en la Estación Experimental Central de la Amazonía, en una parcela de cacao que se aplica manejo integrado (MIC). El ensayo está sembrado con materiales clonales tipo Nacional de tres años. SE ha analizados datos de junio 2019 a febrero 2020. Para la captura de conidios aerovagantes, se empleó un capturador tipo Hirst, modelo Burkard, que funciona

mediante succión y atrapa esporas suspendidas en el aire, impregnándolas en una cinta adherente fijada a un tambor que gira en función a las manecillas del reloj. Para cada muestreo se prepararon los dispositivos en la cámara de flujo laminar con el fin de evitar contaminación. La trampa se instaló en el centro de la parcela, quedando su ranura a 1.60 m de altura. Se realizaron tres observaciones continuas de captura de esporas en periodos de siete días entre los meses de junio y julio; lo cual permitió una lectura de 1795 campos de conteos (cada observación del objetivo 40X) por cada banda (24 horas), representando 27 440 campos observados cada siete días. Para la lectura después del desmontaje de las trampas, se tomó la cinta de captura y se ubicó sobre una regla milimétrica, que sirvió para realizar siete cortes de 48 mm de largo, denominados bandas, donde cada banda representó 24 horas de registro. Cada banda fue colocada en un porta objeto y con el uso del microscopio objetivo de 40X se identificaron las esporas basado en sus características morfológicas: conidios globosas, subglobosas, elípticas (Suárez 2006, Barnett y Hunter 1998). Se cuantificó el número de esporas por cada hora leyendo un área de 28 mm<sup>2</sup> (14 x 2 mm). Se estimó la cantidad de esporas por hora/m<sup>3</sup> de aire. También se registraron variables climáticas como la pluviometría, en la Estación climática del INIAP-INAMHI, temperatura, ráfagas de viento y humedad relativa en una microestación climática, instalada en la misma parcela; la misma que consta de un Data Logger, un sensor mixto que mide temperatura y humedad relativa, un anemómetro para medir las ráfagas de viento. El Data Logger fue programado para realizar una lectura cada 30 segundos y registrar un promedio cada 15 minutos. Los datos fueron analizados con herramientas de estadística paramétrica para una descripción del comportamiento usando medidas de tendencia central.

## Resultados

Al realizar el análisis de la dispersión según las horas, se observa que la mayor cantidad de esporas de *M roreri* son capturadas en horas tarde noche (16:00 a 22:00 horas) y la menor cantidad entre las 4:00 a 7:00 horas (Figura 12). Al estudiar la dinámica de dispersión se observa que en los meses de junio se observa mayor concentración de esporas en relación a los meses que desciende las precipitaciones (Julio a enero) y en febrero se observa que la tendencia empieza a subir (figura 13).

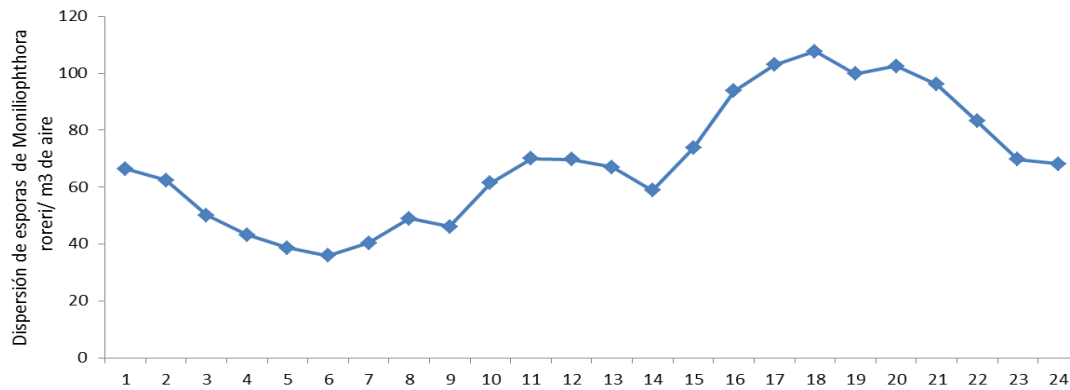


Figura 12. Dispersión de esporas *M. rozeri* en m<sup>3</sup> de aire/hora, estudio de dispersión

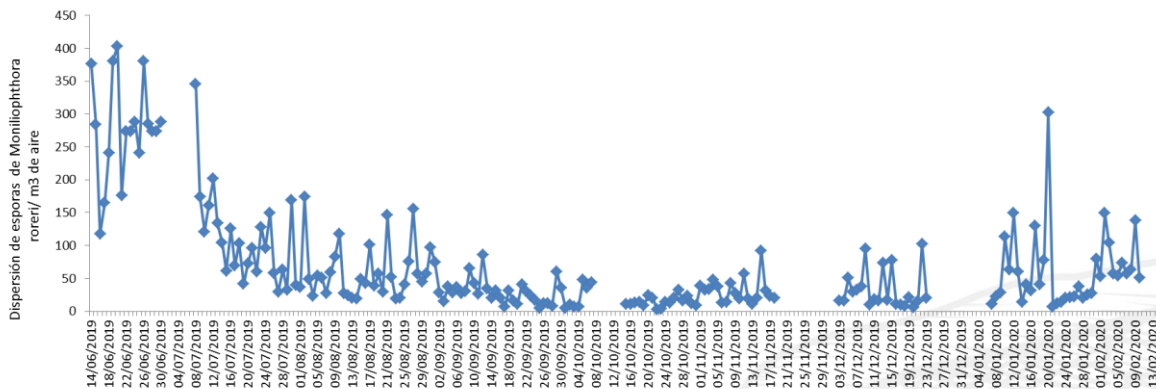


Figura 13. Dispersión de esporas *M. rozeri* en m<sup>3</sup> de aire/hora, estudio de dispersión

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrios, G. 1998. Fitopatología. Enfermedades ocasionadas por Basidiomycetes. 2a ed México, DF (México), Limusa. p 413 - 437.
- Albuquerque, P.S.B.; Bastos, C.N.; Luz, E.D.; Silva, S.D. 2005. Doenças do cacauero (*Theobroma cacao*). In: Kimati H.; Amorim L.; Rezende J.A.; (eds) Man. Fitopatol., 4ta ed. Livroceres, Piracicaba, Brasil. p. 151 – 163
- Aylor, D. E. 1990. The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. Annual Reviews. Phytopathology. 28: 73-92.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi*. (Amer Phytopathological Society, Ed.). American Phytopathological Society (APS Press).

- Brenes, O. 1983. Evaluación de la resistencia a *Monilia roreri* y su relación con algunas características morfológicas del fruto de cultivares de cacao *Theobroma cacao* L. Tesis MSc. URC-CATIE, Turrialba, Costa Rica. 60 p.
- Enríquez, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Manual
- Meléndez, L. 1993. Microambiente, cantidad de esporas en el aire e incidencia del hongo *Moniliophthora roreri* (Cif & Par). Evans *et al.* bajo tres sistemas de manejo de sombra leguminosa en cacao (*Theobroma cacao*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 81 p.
- Barnett, HL; Hunter, BB. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. Amer Phytopathological Society (ed.). s.l., American Phytopathological Society (APS Press). 240 p.

## 11.7 Actividad 7. Control biológico de garrapata (*Rhipicephalus microplus*) con el uso de hongos entomopatógenos

### 2. Antecedentes

En el Ecuador la población bovina asciende a 4.057.000 cabezas de ganado vacuno, del cual la mayor existencia se encuentra Costa con el 42,4%, la Sierra 48,4 y la Amazonía el 9,1%. En la amazonia el 9.1% representa 371.123 animales bovinos, siendo la provincia de Morona Santiago que posee un mayor número con 125.468 reses lo que representa el 33.81% del total en la Amazonia (INEC, 2018).

La Amazonía, se caracteriza por presentar condiciones apropiadas para el crecimiento virulento de plagas y enfermedades en los sistemas de agroproductivos; siendo las plagas uno de los principales problemas y su manejo en muchos de los casos de torna complejo (Nieto & Caicedo, 2012). En la mayoría de las áreas de explotación ganadera la infestación de garrapatas constituye uno de los principales problemas que repercuten directamente en los costos de producción (Botello *et al.*, 2011). Los animales son afectados principales con el deterioro de la piel, infecciones, enfermedades agudas y crónicas que incluso pueden llevar a la muerte del animal. Los especímenes de garrapata puede transmitir parásitos protozoarios como: *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* que causan la babesiosis y *Anaplasma marginale* causante de anaplasmosis (Barandika Iza, 2010).

El empleo de agentes microbianos, como control biológico, es reportado como Una opción eficaz frente al uso de fungicidas químicos para el control de enfermedades (Sivila, 2013).

### Objetivo

- Determinar el efecto de cepas del entomopatógenos *Beauveria sp.* sobre especímenes de garrapatas.

### Metodología

La investigación se realiza en el laboratorio de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, a 280 msnm, con 0°21'32" de latitud Sur y 76°52'40" de longitud Occidental.

Los cultivos puros de *Beauveria* sp., (número de acceso B001, B002, B003, B004, B005, B006, B007) se las obtuvo de la colección de hongos biocontroladores que posee el laboratorio (DPV – EECA) desde el 2012. Todos los cultivos se mantuvieron principalmente al 2% agar extracto de malta (MEA) a  $25 \pm 1$  ° C durante 7 días, antes de su utilización, (Ahmad, Moosa, y Rehman 2020), para la selección de la cepa más con mayor potencial biocontrolador se realizó dos ensayos con el fin de seleccionar una cepa con patogenicidad. Sobre adultos de garrapatas que fueron colectadas a partir de ganado infestado y depositadas en recipientes de vidrio con tapón de algodón, se prepararon suspensiones a una concentración de  $1 \times 10^9$  esporas/mL ajustando la concentración con ayuda de la cámara de Neubauer, En la cámara de flujo laminar las garrapatas fueron desinfectadas con hipoclorito al 1% y lavadas tres veces con agua estéril (Agrios, 2005). Con atomizadores manuales, cada plato Petri que contenía garrapatas fue asperjado con 0.5 ml de la suspensión ( $1 \times 10^8$  conidias/ml) de cada tratamiento. El testigo fue una solución de Tween 80 al 0.1 %. Desde el día dos de haber inoculado las garrapatas. Los especímenes se mantuvieron a temperatura ambiente (25-27°C) y humedad relativa (90%). Cada 24 horas por 8 días se registró la mortalidad de los especímenes, crecimiento de micelio sobre su cuerpo se inició la evaluación de garrapatas vivas, muertas, porcentaje de micelio y colonización de las cepas sobre adultos de garrapatas. Se empleó un estereoscopio, considerando garrapatas muertas cuando no se movían al ser estimuladas con una aguja.

## Resultados

Al día ocho se realizó de ser En el ensayo 1 se observa que la cepa B-003 y B-006 alcanzaron los mayores porcentajes de colonización (90.4 y 95.6 %) seguidos de las demás cepas cuyo valor más bajo lo obtuvo la cepa B-002 (81.7%). En el ensayo 2 se observa que las cepas B-002, B-004, B-006 y B-007 obtuvieron el 85% de colonización sobre adultos de garrapatas (Figura 14).

En la figura 15, se observa que el proceso de colonización de *Beauveria* sp. inicio en el día tres y ya en el día ocho la colonización sobre adultos de garrapatas llega al 69.9% (figura 15)



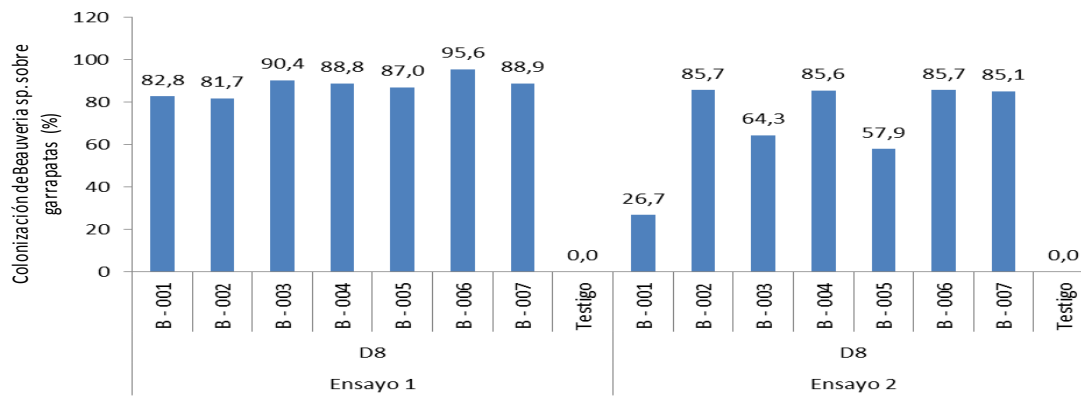


Figura 14. Respuesta del porcentaje colonización de cepas de *Beauveria* sp. sobre adultos de garrapata.

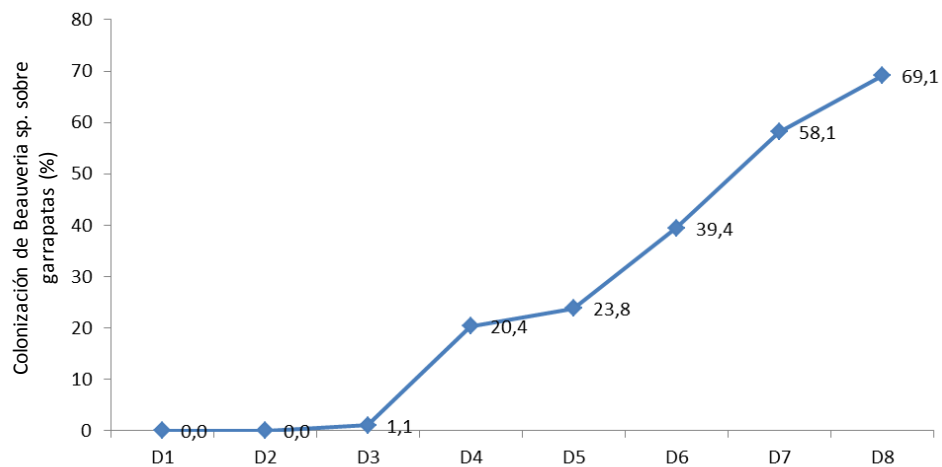


Figura 15. Periodo de colonización de *Beauveria* sp. sobre adultos de garrapata.

### Conclusiones

- Las cepas estudiadas en condiciones de laboratorio logran controlar el 100% con una colonizar más del 80% de los adultos de garrapatas.

### Recomendación

- Realizar estudios para medir el efecto del control biológico en condiciones de invernadero y campo.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barandika Iza, J.F., 2010. Las garrapatas exófilas como vectores de agentes zoonóticos: estudio sobre la abundancia y actividad de las garrapatas en la vegetación, e investigación de la presencia de agentes patógenos en garrapatas y micromamíferos.

Botello A, Botello A, Borroto C, Suárez M, Pérez A, Rodríguez Y, et al. Control of Rhipicephalus ( Boophilus ) microplus ticks in bovine with the Herber biogar inmunógeno. RedVet. Málaga; 2011;12(5):1–10.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2018. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_agropecuarias/espacespac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espacespac-2018/Presentacion%20de%20principales%20resultados.pdf)

Sivila, N. S. E. A. (2013). *Produccion artesanal de trichoderma* (1a ed.-). Argentina.

## 12. Brindar servicios de análisis de plagas en laboratorio

En el transcurso del periodo de enero a diciembre se han ingresado 157 muestras que corresponden tanto a servicios para clientes internos como externos (Tabla 16)

Tabla 16. Análisis micológicos de laboratorio a clientes internos y externos

Mes	Número de análisis	Especie vegetal	Lugar	Parte afectada	Organismo observado
Enero	1	Malanga	Joya de los Sachas, Tres de	Raíz	<i>Fusarium</i> sp. <i>Phytium</i> sp *
	2	Sustrato	Joya de los Sachas, La independencia	Suelo	<i>Aspergillus</i> sp.; <i>Penicillium</i> sp. <i>Rhizopus</i> sp. *
Febrero	22	Café	EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp.
Marzo	8		EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Pestalotia</i> sp.
Junio	1	Biol	Palora – Morona Santiago	N/A	Levaduras <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp <i>Amblyosporium</i> sp. *
Julio	20	Pitahaya	Palora	Raíz/suelo	Cepas de <i>Fusarium</i> sp. (20)
Agosto	30	Café	EECA, ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp.
	20	Pitahaya	Palora	Raíz/suelo	Cepas de <i>Fusarium</i> sp. (20)
Septiembre	2	Ñames	San Sebastián del Coca	Rizoma y raíz	<i>Fusarium</i> sp*
	1	Malanga	Tres de Noviembre Sacha	suelo	<i>Trichoderma</i> sp. * <i>Nigrospora</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp. <i>Penicillium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp.

	20	Café	EECA ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp.
	10	Piatahaya	Palora	Raíz/suelo	<i>Cepas de Fusarium</i> sp. (20)
	10	Arroz	EECA	Tejido, hojas	<i>Bipolaris</i> sp.
Octubre	0				
Noviembre	10	Café	EECA, ensayo SAF Café	Hojas	<i>Cercospora</i> sp. <i>Colletotricum</i> sp. <i>Curvularia</i> sp. <i>Beauveria</i> sp.
Diciembre	0				

**Nota:** todos los análisis sin asterisco (\*) corresponden a investigación que realiza en departamento de Protección Vegetal y otros Programas. Análisis con asterisco (\*) corresponden a servicios externos